MEMORIAL DE INGENIEROS

MEMORIAL
DE INGENIEROS
DEL EJÉRCITO

COLECCIÓN DE MEMORIAS

QUINTA ÉPOCA.—TOMO XXVIII

(LXVI DE LA PUBLICACIÓN)

Año 1911

MADRID
IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS
1911

INDICE

de las obras sueltas que comprenden las entregas

del

MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO

publicadas en el año de 1911.

Apuntes de Navegación Aeronáutica, por el capitán de Ingenieros D. EMILIO HERRERA Y LINARES.—Consta de 124 páginas, 90 grabados intercalados en el texto y 4 diagramas.

Discurso leído ante la Academia de Ciencias exactas físicas y naturales, en la recepción pública del Ilmo. Señor D. Eduardo Mier y Miura, Coronel de Ingenieros, el día 28 de Mayo de 1911.—Consta de 72 páginas.

Tranvías Eléctricos, (1.ª parte), por el teniente coronel de Ingenieros D. MARIANO RUBIÓ Y BELLVÉ.—Consta de 119 páginas y 87 grabados intercalados en el texto.

Sobre Marina Militar, por los capitanes de Ingenieros D. ENRIQUE DEL CASTILLO Y MIGUEL y D. CARLOS BARUTELL Y POWER.—Consta de 112 páginas y 9 grabados intercalados en el texto.

Relaciones mensuales de la Asociación Filantrópica, Comisión Ejecutiva del 2.º Centenario, Asociación del Colegio de Santa Bárbara y San Fernando, Novedades ocurridas en el personal del Cuerpo, etc., etc., correspondientes al año de 1911.—Consta de 121 páginas.

APUNTES DE NAVEGACIÓN AERONÁUTICA

APUNTES

DE

NAVEGACIÓN AERONÁUTICA

POR

DON EMILIO HERRERA Y LINARES

CAPITÁN DE INGENIEROS

MADRID

IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»

1911

APUNTES DE NAVEGAGIÓN AERONÁUTICA (1)

ANÁLOGAMENTE á lo admitido en la Navegación marítima, definiremos la *Navegación aeronáutica* como «la ciencia que nos enseña á determinar la situación de la nave aérea y la derrota que debe seguirse para trasladarla de un punto á otro del globo».

Aunque no esencialmente distinta de la primera, presenta con ella algunas diferencias que deben ser conocidas por los pilotos encargados de la dirección de un viaje aéreo, y especialmente por los de globo dirigible.

Los dos problemas principales que ha de resolver la navegación aeronáutica son:

1.° Determinar en un instante cualquiera la posición del globo en longitud, latitud yaltura. (Problema llamado de la *ubicación*.)

2.° Conocer qué rumbo debe seguirse para llegar á un punto determinado, del modo más conveniente en cada caso.

A continuación estudiaremos el modo más práctico de resolver cada uno de estos problemas.

---

(1) Como el uso ha establecido que se comprenda con el nombre de Navegación aérea ó Aeronáutica al conjunto de ciencias que se ocupan de la resolución de la conquista del aire, como son: la Aerostática, Aviación, Construcciones aeronáuticas y Navegación propiamente dicha, hemos aceptado la denominación que encabeza estos apuntes, para designar esta última parte, á pesar de la redundancia que hay en él, en lugar del de Navegación aérea, que sería el más lógico, pero que daría lugar á confusiones.

Además, en los manuales de Aeronáutica en que se trata de esta cuestión, se designa la ciencia que nos ocupa con el nombre *Aeronautical Navigation* y *Aëronautische Navigation*, análogos en inglés y alemán al que hemos adoptado.

PRIMERA PARTE

Determinación del punto ó UBICACIÓN aeronáutica.

La reconocida importancia de resolver este problema en las condiciones de exactitud y rapidez exigidas por las necesidades de un viaje aéreo, ha hecho que llame la atención de gran número de aeronautas, hasta el punto de crearse una Subcomisión de la Comisión Permanente Internacional de Aeronáutica, encargada únicamente de su estudio.

En la navegación en globo libre, la determinación del punto puede evitar que el globo se interne en el mar sin condiciones para efectuar una ascensión aéreo-marítima y con grave riesgo de la vida de los tripulantes. En la aerostación militar, el Oficial aeronauta encargado de efectuar un reconocimiento, tiene necesidad de conocer constantemente sobre qué terreno navega, tanto para que el reconocimiento sea útil como para evitar el peligro de un descenso en país enemigo. En la aerostación científica y en la deportiva, tiene este problema análoga importancia, pues el continuo conocimiento de la posición del globo es imprescindible cuando se efectúa una ascensión de exploración sobre país desconocido, y, en los concursos aerostáticos, el piloto que no se haya desorientado durante todo el trayecto, tiene una innegable ventaja sobre el que ignora la posición y rumbo que tiene su globo en cada momento.

En la navegación en globo dirigible, la determinación del punto debe hacerse con la mayor frecuencia que sea posible, para tener la seguridad de que el rumbo que se sigue es el conveniente ó poder efectuar las maniobras necesarias para seguirlo cuando un cambio en la dirección ó intensidad del viento lo hubiera modificado.

Resumiendo lo anterior, podemos establecer las conclusiones siguientes:

1.° En la navegación aérea es muchas veces necesario y siempre conveniente conocer la posición del globo con un error menor de 5′ de arco de meridiano.

2.° Es indispensable en todo momento poder conocer con rapidez esta posición con un error inferior á medio grado.

Los procedimientos que estudiaremos á continuación satisfacen á una ú otra condición, y el piloto elegirá el que más le convenga, según el grado de aproximación y de rapidez que permitan las circunstancias de cada caso.

La altura sobre el mar se determina con suficiente aproximación por medio del barómetro con escala de alturas ó altímetro, y no hay necesidad de ocuparse de ello.

La determinación del punto por sus coordenadas terrestres puede ser geográfica, astronómica, magnética ó mecánica. Sucesivamente estudiaremos cada uno de estos procedimientos.

Determinación geográfica del punto.

Este procedimiento consiste en deducir la posición de la proyección del globo sobre el terreno por la observación de la parte de superficie terrestre visible desde la barquilla, y puede subdivirse en otras tres:

1.° Por inspección directa del terreno.

2.° Por *marcaciones;* y

3.° Por *estima.*

Primer procedimiento.—Desde la barquilla de un globo que navegue á A metros de altura sobre el terreno aparecerá éste, si no está oculto por nubes, á los ojos del observador, como un plano topográfico del mismo terreno dibujado en escala d/A visto á la distancia d; es decir, que á 5.000 metros de altura el terreno aparece como un plano de escala 1/25.000, visto á 20 centímetros de distancia; por lo tanto, el problema se reduce á comparar el aspecto general del terreno con las cartas de orientación que se lleven á bordo, colocándolas orientadas con relación al Norte marcado por la brújula, hasta encontrar el que corresponda con la forma de los accidentes del terreno que se tenga á la vista.

En nuestro país este problema no presenta dificultad en la mayoría de los casos, pues la observación de una vía férrea ó de una carretera de primer orden proporciona generalmente la solución inmediata. En algunos países del extranjero, y especialmente en Francia y Alemania, el problema se complica ante la monótona red de vías férreas y carreteras que se extiende ante la vista, sin presentar ningún accidente característico que permita deducir la solución.

Durante la noche se aumenta la dificultad por el menor número de detalles visibles, excepto en las proximidades del mar, en que por la du-

ración y número de los eclipses y destellos de la luz de los faros puede averiguarse la situación.

Para facilitar la resolución de este problema, conviene llevar cartas de orientación en que estén marcadas las manchas de vegetación más importantes con los tonos de color que presente el terreno y señalados los poblados que tengan alumbrado eléctrico. También debe llevarse una lista de los faros y señales marítimas por orden de número, duración de destellos y color de la luz, con la situación de cada uno.

Mr. La Vallette es autor de otro procedimiento, al que da el nombre de *topomancia* (del griego τοπος lugar y μαντεια adivinar), que consiste en lo siguiente: Representa las distintas formas características que pueden tener los ríos, vías férreas, carreteras, bosques y lagos por letras convenidas, y colocando sucesivamente las letras representativas de los accidentes de esta clase que rodeen un pueblo en un sentido determinado y á partir de la dirección Norte, se formará una palabra correspondiente á este pueblo. Reuniendo todas las palabras así formadas en un diccionario ó *repertorio topomántico* en que figure el pueblo que cada una de ellas representa, será muy fácil conocer el nombre de los que se vean desde el globo, pues para ello bastará con observar la forma y disposición de los ríos, vías férreas, carreteras, bosques y lagos que rodeen al pueblo, formar la palabra correspondiente y buscarla en el diccionario.

El autor asegura que con un alfabeto de 35 letras y formando palabras de 4 ó 5 se pueden representar todos los pueblos de Francia.

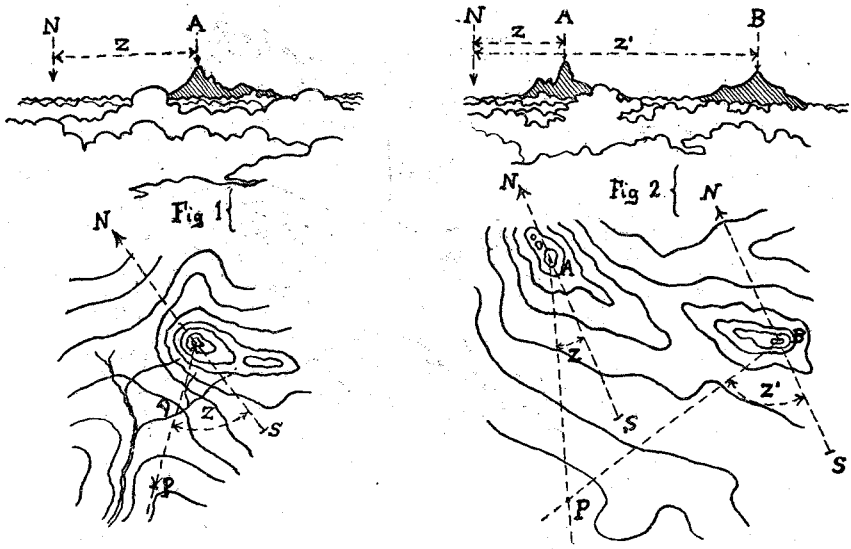
Este sistema, una vez vencida su mayor dificultad que es formar el diccionario, que habría que procurar tener al día por las nuevas vías de comunicación que se construyan, es el más sencillo y creemos que con algo de práctica para conocer el empleo de cada letra habría de dar excelente resultado.

Segundo procedimiento.—El anterior, aunque es el único que da la solución exacta, sólo es aplicable cuando permanece visible el terreno situado debajo del globo; pero es frecuente que éste esté oculto por las nubes y solamente sea visible algún pico ó punto elevado lejano que nos sea conocido. El mismo problema se presenta navegando sobre el mar á la vista de la costa, ó en las ascensiones nocturnas cuando se divise en el horizonte el resplandor de alguna ciudad conocida. En estos casos puede emplearse el método llamado en navegación marítima de *marcaciones*, que detallamos á continuación.

Dirigiendo una visual al punto conocido, y midiendo su ángulo azimutal por medio del compás de marcar ó brújula de pínulas, análogo al que usan los marinos, y trazando en la carta por el punto correspondiente una recta que forme el mismo ángulo azimutal con la Norte-Sur,

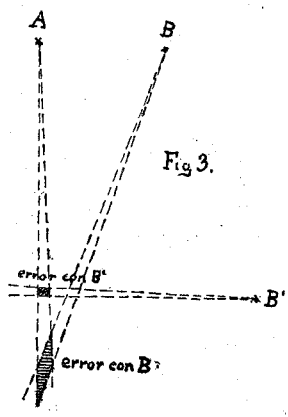
tendremos una primera marcación, en la cual ha de encontrarse el punto de observación.

Si no hubiese más que este punto conocido visible, y pudiésemos calcular la distancia por medio de un telémetro, tendríamos la solución



tomando sobre la línea de marcación, y á partir de aquel punto, una longitud igual á dicha distancia reducida á la escala del plano (fig. 1).

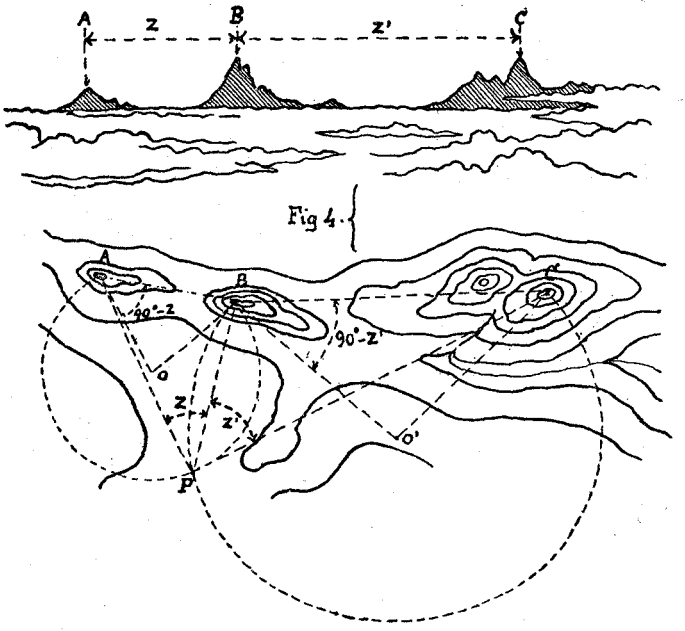
Si fuesen dos los puntos conocidos, se podría prescindir del uso del telémetro, pues bastaría con hallar en el plano la intersección de las dos líneas de marcación correspondientes á los dos puntos (fig. 2).



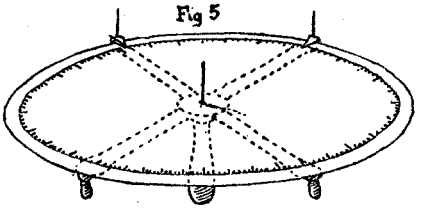
En este caso, el error probable será mínimo cuando éstas sean perpendiculares entre sí (figura 3), y, por lo tanto, en el caso de tener varios puntos donde elegir, convendrá operar con dos cuyas visuales formen un ángulo azimutal lo más próximo posible á 90°.

Para evitar el empleo del compás de marcar, que por la movilidad de la aguja imantada y por no conocerse el valor preciso de la declinación magnética del punto en que se esté, ofrece poca exactitud, se puede seguir otro procedimiento cuando sean tres ó más los puntos conocidos visibles, que consis-

te en medir con un sextante ó goniómetro el ángulo azimutal comprendido entre los puntos dos á dos, y trazar los correspondientes arcos capa-



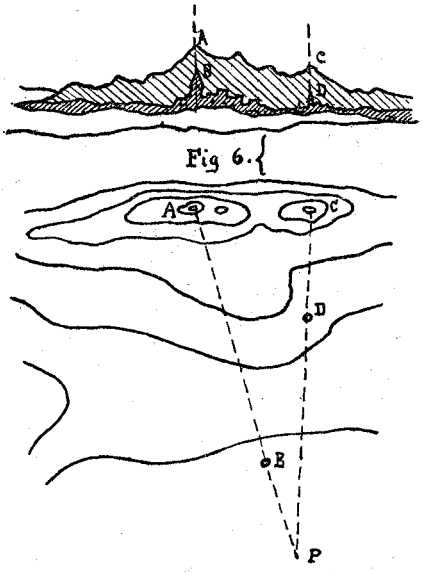
ces de estos ángulos en la carta sobre dichos puntos, y la intersección de estos arcos dará la posición del punto ocupado por el globo. La resolución del problema en este caso se hará del modo siguiente: Sean *A*, *B* y *C* (fig. 4) los puntos conocidos del horizonte, *Z* el ángulo azimutal entre *A* y *B*, y *Z'* el de *B* y *C*. Trazando por *A* y *B* las rectas *A O* y *B O* que formen con la *A B* un ángulo igual al complemento de *Z*, tendremos por su intersección el punto *O* centro del arco *A P B* capaz del ángulo *Z*, y repitiendo esta operación con los *B* y *C* y ángulo *Z'* obtendremos el otro arco *B P C*, que en su intersección con el *A P B* nos dará la posición del punto de observación.



Si el ángulo *Z* fuese obtuso, su complemento sería negativo y habría que trazar los ángulos *O A B* y *O B A* al otro lado de la *A B*.

Si hubiera dos observadores, se pueden obtener los ángulos azimuta-

les de un modo sencillo y que da la suficiente aproximación. Consiste en emplear un círculo graduado con dos brazos que puedan girar alrededor de su centro, provistos de un índice que marque los grados y una pínula fija (fig. 5). Colocado horizontalmente el plano del círculo, y dirigiendo visuales cada uno de los dos observadores simultáneamente por la pínula del centro á un punto conocido del horizonte, y moviendo el brazo correspondiente hasta que su pínula coincida con la visual, el ángulo comprendido en el círculo entre los dos índices será el azimutal correspondiente á los dos puntos visados.



El problema se simplifica cuando las visuales á dos de estos puntos están en un mismo plano vertical. En este caso, el ángulo azimutal es cero, y el arco capaz de este ángulo se convierte en la recta que pasa por ellos en la carta. Si las visuales á otros dos puntos conocidos coincidiesen también en proyección horizontal, la intersección de las rectas que los unen en la carta dará la solución del problema (fig. 6). Este procedimiento es llamado, en navegación marítima, de *enfilaciones*.

Tercer procedimiento. —El método de determinación del punto por *estima* consiste en resolver el problema conociendo la posición de un punto por donde se haya pasado anteriormente, el rumbo seguido y el camino recorrido, deducido este último de la velocidad y del tiempo. Conocidos estos datos, se determinará el punto trazando sobre el plano, y á partir del último punto conocido del viaje, en la dirección del rumbo que se lleve, una magnitud igual al producto de la velocidad por el tiempo, reducida á la escala correspondiente.

Este método, que en navegación marítima es el más usado por la constancia en dirección é intensidad de las corrientes marítimas y su poca influencia en la marcha del buque, en cambio en la aeronáutica sólo es aplicable en muy raros casos por la dificultad de conocer en cada momento el rumbo y la velocidad del globo, producidos ó influenciados grandemente por la acción del viento, cuyos continuos cambios son difícilmente apreciables desde la barquilla. Sin embargo, en los casos en

que no pueda emplearse otro medio mejor, habrá que adoptar éste á pesar de su poca exactitud.

Conocido el último punto y el tiempo transcurrido desde que se pasó por él, hay que hallar el rumbo seguido y la velocidad absoluta.

Si fuesen conocidas la velocidad y dirección del viento durante el trayecto estaría resuelto el problema, pues en navegación libre estos mismos datos serían los de la marcha del globo, y si fuese dirigible bastaría efectuar la composición de velocidades entre la propia del globo y la del viento, y obtendríamos el rumbo y velocidad absoluta.

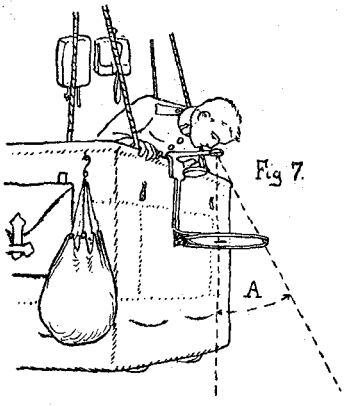


Fig 7.

La velocidad propia del globo se puede medir por medio de un anemómetro muy sensible con contador de revoluciones colocado en un punto de la barquilla en donde el aire no esté muy perturbado por la hélice, ó bien con la corredera aérea *(air-log)* ideada por Mr. Renard, que consiste en un globito de 60 centímetros de diámetro, lleno de hidrógeno y atado á un hilo de seda de 100 metros.

Este hilo se deja correr libremente por la tracción del globito, durante la marcha, y se deduce la velocidad propia del globo por la fórmula

$$v = 100/t + k,$$

siendo t el número de segundos que tarde el globo en desarrollar toda la longitud del hilo, y k una constante de rozamiento que habrá que determinar por experiencias previas.

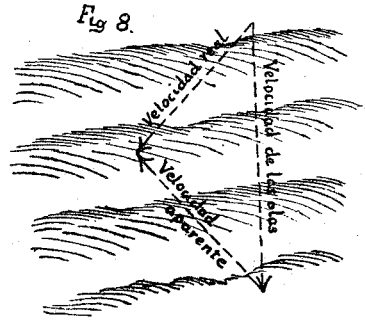
Si la tierra fuese visible por debajo del globo, observando la marcha aparente de la proyección de la punta de la cuerda freno, podemos conocer el rumbo y la velocidad midiendo el tiempo que se tarde en recorrer una distancia cuya longitud sepamos, por medio de un telémetro.

El Comandante del Servicio Aerostático, Sr. Rojas, es autor de un procedimiento sumamente sencillo é ingenioso que seguramente ha de dar grandes resultados en la práctica. Consiste en colocar horizontalmente, por la parte exterior de la barquilla, un círculo transparente con su centro marcado y graduada su circunferencia (fig. 7). En la vertical del centro, y al alcance del observador, hay un ocular por el cual se puede ver el círculo completo. Mirando por él á un punto del terreno que en su movimiento aparente pase por el centro del círculo, siguiéndole en su

marcha hasta que atraviese la circunferencia graduada, podremos hallar el rumbo del globo por la graduación á que llegue el punto observado, teniendo en cuenta la orientación del cero que conoceremos por medio de la brújula; y para obtener la velocidad, si T es el tiempo en segundos que ha tardado el punto del terreno en moverse desde el centro á la circunferencia, A el ángulo bajo el cual se ve el radio desde el ocular, y H la altura del globo sobre el terreno, tendremos:

$$\text{velocidad} = tg\, A \frac{H}{T}$$

Fig 8.



El Capitán Kindelan es autor de un *cinemómetro*, empleado con éxito en el dirigible «España», con el que se obtiene la velocidad midiendo el tiempo que transcurre desde que un punto del terreno pasa por el nadir del observador, hasta que es enfilado por la visual dirigida según la hipotenusa de un triángulo rectángulo, formado de varillas movibles graduadas, que puede girar alrededor de uno de sus catetos mantenido verticalmente por un contrapeso. En este caso tg. A es igual á la relación entre ambos catetos, y si el vertical es proporcional á la altura E, el horizontal representará, en la misma escala, el camino recorrido en el tiempo T.

Empleando estos aparatos, es necesario repetir las observaciones cada vez que se note un cambio de dirección ó velocidad y tener en cuenta que las oscilaciones ó giros de la arquilla de los globos libres, y el *tangage* en los dirigibles, puede conducir á obtener resultados muy erróneos si se opera cuando se produce uno de estos movimientos.

Para conocer la altura, dato indispensable para obtener la velocidad por la observación del terreno, no habrá más que restar, de la que marque el barómetro sobre el nivel del mar, la cota del terreno sobre que se navegue, si ésta es conocida. En el caso contrario puede emplearse el telémetro, y si por ser de noche ú otra causa éste no fuese aplicable, se puede obtener también dando un golpe seco de bocina y contando el número de segundos que tarde en oirse el eco reflejado por el terreno. Cada segundo representa aproximadamente 170 metros de altura.

Este procedimiento sólo es aplicable para alturas no muy grandes y sobre terreno poco accidentado.

Navegando sobre el mar, sin que sea visible desde la barquilla ningún punto fijo que pueda servir de referencia, es muy difícil formarse

idea de la dirección y velocidad del globo, porque instintivamente se tiende á referirlas á las ondulaciones de las olas considerándolas como surcos fijos en la superficie, obteniendo de este modo resultados muy distintos y hasta contrarios algunas veces á los verdaderos (fig. 8).

Para deshacer el error es preciso, ó navegar á la cuerda freno ó estabilizador, ó arrojar objetos que floten y permanezcan visibles desde la barquilla, y deducir por el movimiento aparente de éstos el rumbo y velocidad absoluta del globo. De noche da muy buen resultado arrojar fragmentos de potasio que, como es sabido, flota, produce una luz muy viva en contacto con el agua y termina su combustión con una pequeña

Fig 9.

explosión que, por el número de segundos que tarde su sonido en llegar al observador, permite, además, conocer la altura multiplicando este número por 340 metros.

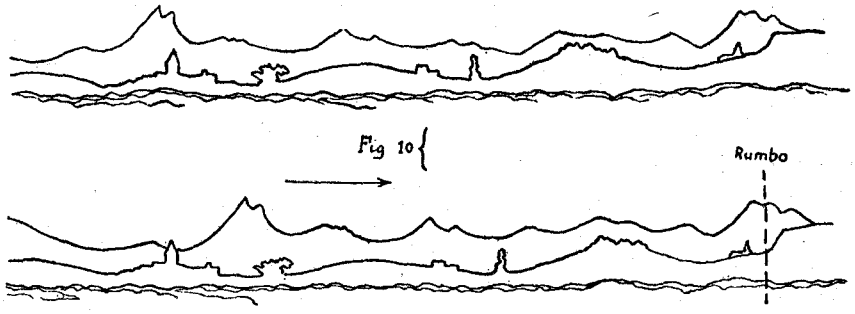
Para conocer la velocidad navegando sobre el mar á la cuerda freno ó estabilizador, basta echar al agua una corredera automática, como las que se usan en marina, atada á una cuerda de suficiente longitud, y ver el camino recorrido por el número de revoluciones que marque su contador.

Navegando sobre nubes, pero con horizonte terrestre visible, puede también conocerse el rumbo, aunque aproximadamente, observando la deformación aparente de aquél, y fijándose en qué punto del horizonte aumenta más de tamaño y este será el rumbo del globo (fig. 9). Para esta observación es de mucha utilidad el empleo de un telémetro, ó al menos de unos gemelos con placa telemétrica. Este método no es exacto más que cuando todos los puntos del horizonte están á la misma distancia del globo en la primera observación, porque si no, las partes más cercanas aumentarían más rápidamente de tamaño aparente, aunque estuvieran algo desviadas de la línea de rumbo, que los puntos más lejanos situados en esta línea.

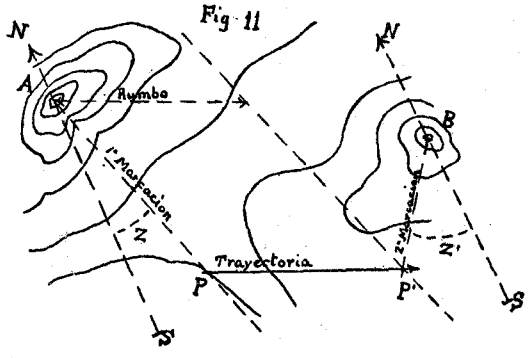
Observando las nubes situadas bajo la barquilla podrá inducirse el mismo error que ya se dijo respecto á las olas, por referir la marcha del globo á la de las nubes, que á su vez se hallarán animadas de un movimiento que por regla general no conoceremos, pues frecuentemente es distinto del de la capa de aire en que están situadas.

Si el horizonte visible se compusiera de dos términos bien definidos, se puede conocer el rumbo observando el desplazamiento aparente del más lejano con relación al más próximo, que se verá en la misma dirección en que se efectúe la marcha del globo. El rumbo estará indicado por la línea que une los dos puntos del horizonte en los cuales se anule el movimiento horizontal relativo de los dos términos (fig. 10).

Por último, si la tierra estuviese totalmente cubierta por las nubes sería imposible conocer el rumbo y velocidad del globo por medios geográficos, á no ser que se percibiera algún ruido que provenga del suelo,



como de salto de agua, ruido de alguna fábrica, de campanas, ladridos, etcétera, etcétera. En este caso podremos averiguar el rumbo, aunque con muy poca aproximación, apreciando en qué dirección se va alejando el sonido.



Si el punto por que se ha pasado no fuese conocido más que por una marcación, podremos determinarlo conociendo el rumbo y camino recorrido, y una nueva marcación final al mismo punto que la primera ó á otro conocido visible. Para esto se trazaría por el primer punto visado su respectiva marcación, y una paralela, al rumbo seguido, de una longitud igual al camino recorrido; por el extremo de ésta una paralela á aquella marcación, y la intersección de ésta con la segunda marcación será el punto estimado (fig. 11).

Como se ve, este tercer procedimiento, por la poca exactitud que puede dar, solamente debe emplearse cuando no pueda hacerse uso de nin-

guno de los demás, y de todos modos sus resultados deben ser comprobados y completados por otro medio geográfico, y preferentemente por el primero que es el único que puede dar la solución exacta.

Determinación astronómica del punto.

Sucede frecuentemente que por navegar fuera de la vista de tierra conocida, ó por no haber apreciado constantemente el rumbo y velocidad desde el último punto conocido, no es posible aplicar los procedimientos geográficos á la determinación de la posición. Entonces, si el cielo aparece descubierto en totalidad ó en parte, y es posible la observación de algún astro, podremos determinar el punto por medios astronómicos.

Este procedimiento tiene sus mayores aplicaciones en los trayectos nocturnos, sobre el mar, sobre nubes ó sobre terrenos desconocidos, y sus empleos en la navegación aeronáutica y en la marítima, aunque análogos en el fondo, presentan las diferencias siguientes:

1.ª La resolución ha de ser más rápida en la aeronáutica, evitando en lo posible toda clase de cálculos.

2.ª No necesita de tanta exactitud como en la marítima, puesto que este procedimiento ha de ser completado con los geográficos para las operaciones que requieran mayor precisión, como la toma de tierra, los reconocimientos de un punto determinado, etc., etc.

3.ª Apareciendo generalmento muy confuso el horizonte visto desde un globo, y con un ángulo de depresión considerable, en la navegación aeronáutica no es posible medir la altura de los astros tomando la visual al horizonte visible como punto de referencia, como se hace en el mar.

Teniendo en cuenta estas diferencias veremos qué procedimientos pueden seguirse para determinar el punto por medios astronómicos, en las mejores condiciones posibles.

Los datos que podremos obtener de los astros observables son: sus coordenadas celestes, ó sean la ascensión recta y la declinación que conoceremos por las tablas del Almanaque Náutico que se deberá llevar á bordo, ó al menos una reducción de él; su altura sobre el horizonte que podremos medir con aparatos especiales; el azimut valiéndonos del compás de marcar ó azimutal en el caso de conocerse la declinación magnética del lugar, y el ángulo que forme el arco de círculo máximo que une dos astros con el vertical que pase por uno de ellos que también se podrá medir con aparatos fáciles de construir, aunque no tenemos noticia de que se haya empleado por los aeronáutas extranjeros.

Además, por el cronometro de á bordo, podremos saber la hora sideral en el meridiano origen de longitudes, ó sea el de Greenwich, que es el oficial para España.

Podríamos obtener también la distancia angular entre la luna y otro astro, por medio del sextante para aplicar el procedimiento de distancias lunares, que se emplea en la navegación marítima cuando se quiere comprobar el estado del cronómetro ó prescindir de él; pero cremos que este procedimiento no es de aplicación en los viajes aéreos, en que por su corta duración, la hora que nos proporcione el cronómetro será de más exactitud que la que podamos deducir del método de distancias lunares.

Tampoco estudiaremos otros procedimientos analíticos, que por necesitar muchos cálculos y el empleo de instrumentos de precisión, son más propios para la geodesia ó la topografía que para la navegación. Tales son el de Döllen ó pasos por el vertical de la Polar, el de Chandler ó pasos por el círculo de co-latitud, el de pasos por el primer vertical, el de diferencias de distancias cenitales meridianas y otros varios.

Aparatos para medir alturas de astros sobre el horizonte.

Para emplear los aparatos usados en marina con este objeto, en la navegación aeronáutica, es necesario, por las razones ya expuestas, dotarlos de un horizonte artificial de mercurio, ó cristal azogado mantenido horizontalmente por un procedimiento cualquiera; pero la dificultad de usar estos aparatos en semejantes condiciones en el pequeño espacio libre de que puede disponerse en una barquilla (que además estará constantemente variando de orientación), y el tamaño exagerado que habría que dar á la superficie reflejante cuando la altura del astro sobre el horizonte fuera pequeña, ha hecho que estos aparatos sean de poco uso, á pesar de dar más exactitud que los demás cuando se opera en buenas condiciones.

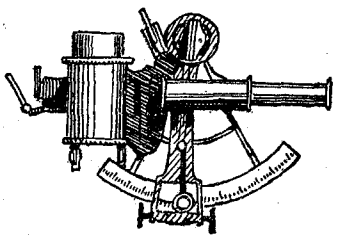
Tres clases de aparatos se han construído hasta la fecha para este uso: el sextante giroscópico del almirante francés Fleuriais, el cuadrante de nivel Butenschön y los astrolabios con amortiguador Favé.

El primero consiste en un sextante ordinario en que proporciona la horizontal un giróscopo de eje vertical, animado de un rápido movimiento de rotación que se mantiene por medio de una bomba de aire. El giróscopo lleva perpendicularmente á su eje una serie de trazos paralelos que se mantienen horizontales á pesar de los movimientos que se imprimen al aparato durante la observación, y la visual dirigida á dichos trazos sustituye la que habría que dirigir al horizonte si se empleara el sextante del modo ordinario. Este aparato, aunque bastante exacto, tiene el inconveniente de ser demasiado delicado, costoso y pesado, por lo que su uso no se ha extendido mucho (fig. 12).

En el cuadrante de nivel Butenschön *(libellenquadrant)*, de fabricación alemana, se obtiene la horizontalidad de la línea de fe que sustitu-

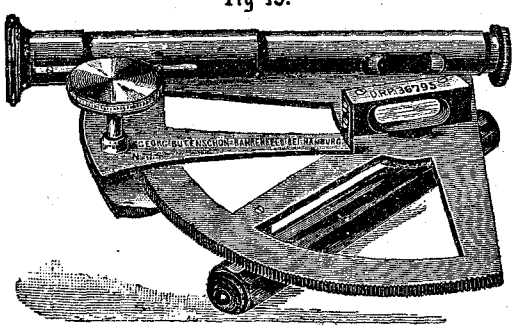
ye al horizonte, haciendo que, al dirigir el anteojo del aparato al astro y centrado éste en el cruce de los hilos del retículo, venga á centrarse en el campo del anteojo la imagen de la burbuja de un pequeño nivel fijo al aparato, reflejada por un espejo convenientemente situado en el interior del anteojo. Cuando tal ocurre, mediante la maniobra de un tornillo, la línea de fe, que une el eje de giro al cero de la graduación del limbo, es horizontal y basta leer con el nonius del anteojo dirigido al astro, la graduación que indica sobre el limbo del aparato, la altura aparente del astro. Durante la observación es necesario mantener el plano del aparato lo más verticalmente posible.

Fig. 12.



En las observaciones nocturnas se utiliza una pequeña lámpara eléctrica para iluminar el nivel y el retículo (figs. 13 y 14).

Fig 13.



Este sencillo aparato, fundado en el mismo principio que el nivel de reflexión de Abney, es el que posee nuestro Servicio de Aerostación, y ha sido empleado por el autor de esta Memoria en varias ascensiones libres con buen resultado.

El precio del aparato Butenschön es moderado y esto, unido á su pequeño peso y volumen, y á su solidez, le hace muy apropiado para su aplicación en la navegación aeronáutica. En cuanto á su manejo, resulta sencillo, sobre todo colgando el aparato del círculo de suspensión del globo, ó de cualquier punto fijo más alto que el observador, de modo que quede á altura conveniente, con lo cual se atenúan los pequeños movimientos de la mano del observador, obteniéndose sin gran práctica una aproximación de 3 ó 4 minutos en las alturas observadas.

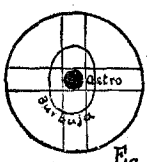


Fig. 14

Mr. Favé, ingeniero hidrógrafo de la marina francesa, completó su procedimiento para situar el globo, que se expondrá oportunamente, con

el estudio y construcción de varios modelos de un aparato por él ideado, llamado astrolabio de espejo. Dichos ingeniosos modelos, que perfeccionados es posible resuelvan el problema de un modo práctico y sencillo, no parece que hasta la fecha hayan dado completo resultado. Para obtener con ellos una visual ó línea de fe horizontal, que supla al horizonte, utiliza Mr. Favé en sus modelos un espejo que puede girar alrededor de un eje horizontal y cuyo plano, al disponer el aparato para una medición, debe quedar vertical, á cuyo efecto el espejo referido lleva un contrapeso provisto de una ingeniosa disposición destinado á amortiguar las oscilaciones del mismo y del espejo, disposición que consiste en gran número de finísimos radios de cristal de sólo algunas centésimas de milímetro de diámetro, que por su rozamiento con el aire amortigua las oscilaciones del péndulo ó contrapeso y lo mantiene, así como al espejo, en una posición vertical muy estable (figura 15).

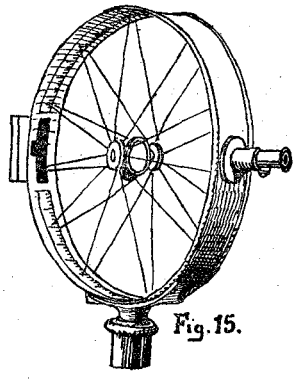


Fig. 15.

Aparatos para medir ángulos azimutales.

Puede usarse el compás de marcar ó azimutal, análogo al empleado por los marinos, pero á fin de reducir el peso y las oscilaciones de la aguja imantada, y de aumentar su sensibilidad, Mr. Favé ha construido un modelo de brújulas para medida de azimutes, extremadamente sensibles y dotadas de un sistema amortiguador análogo al que emplea en los astrolabios de su invención.

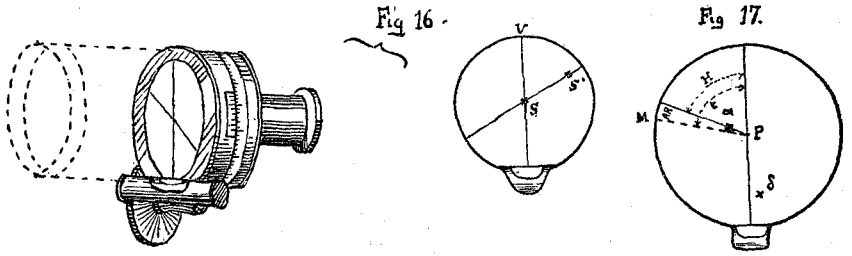
En esta clase de brújulas debe poder leerse la graduación del limbo al mismo tiempo que se hace la observación, para esto llevan un espejito delante del ocular que refleja la parte de graduación que marque el azimut correspondiente.

Estos aparatos, por la poca exactitud de los datos que pueden dar, debida á las oscilaciones de la aguja, y á desconocerse por regla general el valor de la declinación magnética del lugar, son muy poco empleados para las observaciones astronómicas.

Aparatos para medir ángulos de un círculo máximo con un vertical.

Pueden construirse en forma de un anteojo de ancho campo visual, dotado de una placa giratoria con un diámetro dibujado y una graduación para medir con toda la exactitud posible el ángulo que forme esta línea con la vertical, que podría estar marcada por el hilo de una pequeña plomada interior al anteojo, ó mejor, por la reflexión en un espejo interior, de la burbuja de un nivel transversal.

Mirando por este aparato á las dos estrellas dadas (para lo cual haría falta que las dos apareciesen simultáneamente en el campo del anteojo)



haciendo que la estrella vértice del ángulo que se quiere medir, ocupase el centro, y, girando el diámetro de la placa giratoria hasta que pase por la segunda estrella, la graduación nos daría el valor del ángulo que se buscaba (fig. 16).

Si lo que se desea es medir el ángulo que forma con el meridiano del lugar el meridiano de la Polar, ó sea su ángulo horario (del cual se puede deducir fácilmente la hora sideral local, como veremos más adelante) pueden tenerse dibujadas en la placa del anteojo las proyecciones de las estrellas α y δ de la Osa menor, de modo que la proyección del Polo corresponda al centro del campo. De este modo no habría más que hacer coincidir aparentemente cada estrella con su proyección correspondiente y medir el ángulo que se marcase en la graduación (fig. 17), que podría tener su cero distante del paso superior de la Polar por el meridiano, un ángulo igual á la ascensión recta de esta estrella, y de este modo daría directamente la hora sideral local. Llamaremos á este aparato *goniómetro polar.*

Cronómetros que pueden usarse en la navegación aeronáutica.

Tratándose de viajes aéreos en los que no se haya de subir á gran altura, bastaría emplear un cronómetro ordinario, no siendo necesario que fuese de tanta precisión como los usados en marina, por ser los viajes aéreos de mucha menos duración que los marítimos, y por no necesitarse en los primeros un grado de exactitud tan grande como en los últimos.

Sin embargo, para viajes de gran duración y si se hubiese de navegar á grandes alturas, y efectuar observaciones de precisión, habría que adoptar disposiciones especiales para evitar las variaciones que la disminución de presión atmosférica y las bajas temperaturas podrían originar en la marcha del reloj, por presentar menor resistencia el aire á su movimiento y producirse contracciones en las diversas piezas, cuyas dos causas podrían dar lugar á adelantos que originarían errores de consideración. Para evitar esto, bastaría con tenerlo encerrado herméticamente en una caja con un lado de cristal, rodeada de una sustancia aisladora para el calor, y de la suficiente resistencia para sufrir la presión de dentro á fuera del aire contenido en su interior, que navegando entre 5000 y 6000 metros de altura llegaría á ser de media atmósfera.

Mr. P. Ditisheim ha hecho una serie de experiencias, de las cuales ha deducido que para un cronómetro *deck-watch* el efecto de la disminución de presión es de un adelanto de 1,6 segundos por cada 24 horas y 100 mm. de mercurio.

Por el empleo de los medios descritos anteriormente, podemos conocer de cada astro su altura verdadera sobre el horizonte y por lo tanto su distancia cenital, su azimut si fuera conocida la declinación magnética, y el ángulo del arco que pasa por dos estrellas con un vertical. Además, el Almanaque Náutico del observatorio de San Fernando (ó mejor, el *Nautical Almanac* del de Greenwich, por tener sus tiempos calculados con arreglo á este meridiano que es el oficial para España) (1) nos dará su ascensión recta y su declinación, y por el cronómetro de á bordo arreglado al tiempo astronómico, podremos conocer la hora sideral de Greenwich.

Veamos el modo de operar para obtener cada uno de estos datos.

Para hallar la altura verdadera de un astro se obtendrá primeramente, valiendose del sextante ó cuadrante y según el modo peculiar de

(1) Desde el año 1908, el Almanaque Náutico de San Fernando publica también sus datos con arreglo al meridiano de Greenwich.

cada aparato, su altura aparente, la cual estará influenciada por la refracción y la paralaje.

El error de refracción es siempre positivo y función de la temperatura, de la presión y de la altura aparente del astro. En las Tablas náuticas de Mendoza, muy usadas por los marinos, figura una que contiene las correcciones de refracción de las alturas aparentes de las estrellas que puede usarse en aeronáutica cuando se navegue á poca altura. Para alturas mayores será conveniente llevar á bordo una tabla de correcciones calculadas para distintas alturas sobre el mar, modificando la de Mendoza, sabiendo que esta corrección es proporcional á la presión atmosférica correspondiente.

De todos modos no se debe confiar en los datos obtenidos con astros de una altura aparente sobre el horizonte inferior á 10°, por estar demasiado influenciados por la refracción; en cambio, para alturas superiores á 45° se puede despreciar el error por ser inferior á 1′ y aceptar la altura aparente como verdadera.

El error de paralaje es siempre negativo y tiene un valor angular cuyo seno = sen z r/d, siendo r el radio terrestre, d la distancia del astro y z su distancia cenital aparente, corregida de la refracción.

Para los usos de la aeronáutica, es despreciable para todos los astros, excepto para la Luna en que es mayor que el de refracción. En las citadas Tablas de Mendoza hay una para las correcciones de la altura aparente de la Luna, en que están tenidas en cuenta las dos causas de error en función de la paralaje horizontal actual de este astro que figura para cada día en el Almanaque Náutico ó Nautical Almanac.

Una vez hechas estas correcciones en la altura aparente obtenida por el aparato, conoceremos la altura verdadera, ó sea la que apreciaría un observador situado en el centro de la tierra si ésta careciera de atmósfera, que es la que habrá que emplear en los cálculos.

Por medio del compás de marcar hallaremos el azimut magnético del astro, al cual hay que sumar ó restar el ángulo de declinación magnética del sitio donde se esté, para obtener el azimut verdero ó sea el que forma el vertical que pasa por el astro con el meridiano del lugar.

Si la declinación magnética no se conoce, este aparato no es aplicable y no será posible hallar el azimut verdadero.

El ángulo que forme con un vertical el arco de círculo máximo que pase por dos estrellas, estará influenciado también por los errores de refracción y paralaje. Las correcciones que habría que hacer en cada caso serían bastante complicadas y se necesitaría medir la altura aparente de cada estrella para calcularlas, y en este caso ya se podría seguir otro procedimiento más expedito. Para evitar estas correcciones lo mejor es

operar solamente con estrellas de poca diferencia en altura y que ésta sea la mayor posible, de este modo el error es despreciable, como sucede en nuestras latitudes operando con las α y δ de la Osa menor con el goniómetro polar.

Para obtener las coordenadas astronómicas del astro observado, empleando el Nautical Almanac, las buscaremos en las tablas *Mean places of Stars* si se trata de una estrella. Si fuese un planeta figurarán en las correspondientes á sus coordenadas, en las que se indican las que tiene al mediodía medio de Greenwich para cada día, efectuando después la interpolación necesaria para hallar las que correspondan á la hora de la observación. Lo mismo se hará con el Sol, cuya ascensión recta y declinación y su variación por hora figuran, para cada día, en las tablas de cada mes.

Las coordenadas de la Luna figuran en tablas especiales para cada mes, con el epígrafe *The Moon's right ascension and declination* en que están calculadas para cada hora con sus variaciones en diez minutos para facilitar la interpolación.

Para saber la hora sideral de Greenwich se pueden seguir dos procedimientos, llevar á bordo un cronómetro arreglado en tiempo sideral ó bien calcularla, conociendo la hora media, por medio de tablas á propósito ó interpolando entre la hora sideral del mediodía medio y la del día siguiente, que figuran en las tablas mensuales del Nautical Almanac.

Para el estudio de los procedimientos de determinación astronómica del punto, dividiremos los casos que pueden presentarse en dos grupos, según que se hagan las observaciones con un sólo astro ó con dos ó más.

Observaciones con un solo astro.

En este caso se puede resolver el problema de dos modos distintos: por observaciones simultáneas ó por observaciones sucesivas.

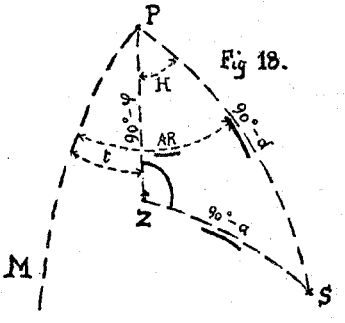


Fig 18.

I. El primero consiste en averiguar la posición, conociendo las coordenadas astronómicas del astro y su distancia cenital y azimut verdadero, y la hora sideral de Greenwich en el momento de la observación.

Analíticamente se puede resolver del modo siguiente: si representamos en Z el cenit del lugar (fig. 18), P el polo elevado y S el astro y $M\ P$ el meridiano principal celeste (que pasa por el pri-

mer punto de Aries ó vernal y que es origen de las ascensiones rectas) en el triángulo esférico $P\,Z\,S$ conoceremos los lados $P\,S$ y $S\,Z$ (complementos respectivos de la declinación y altura del astro) y el ángulo SZP que es el azimut.

El ángulo $Z\,P\,S$ (horario del astro) lo podremos calcular por la fórmula:

$$\text{sen}\ Z\,P\,S = \text{sen}\ S\,P\ \text{sen}\ S\,Z\,P/\text{sen}\ Z\,S,$$

de donde podremos deducir la hora sideral local $M\,P\,Z$, restando del $M\,P\,S$ (ascensión recta del astro) el valor calculado de $Z\,P\,S$, y la longitud geográfica del lugar será igual á la diferencia entre esta hora local y la de Greenwich que marcará el cronómetro.

La latitud (complemento de ZP) se calculará por la fórmula:

$$\text{tg}\,\frac{1}{2}\,Z\,P = \text{tg}\,\frac{1}{2}\,(P\,Z\,S + Z\,P\,S)/\text{tg}\,\frac{1}{2}\,(S\,Z\,P - Z\,P\,S)$$

Si representamos por φ la latitud, L la longitud, a la altura del astro, Z su azimut, d la declinación y $A\,R$ la ascensión recta, H el horario, t la hora local sideral y T la de Greenwich, tendremos sustituyendo en las fórmulas anteriores:

$$L = T - t = T - (A\,R - H) = T - (A\,R - \text{arc sen} = \cos d\ \text{sen}\ Z/\cos a)$$

$$\varphi = 2\,[\text{arc cotg} = \text{tg}\,\frac{1}{2}\,(Z + H)\ \text{tg}\,\frac{1}{2}\,(A - d)\ /\ \text{tg}\,\frac{1}{2}\,(Z - H)]$$

Para resolverlo gráficamente se puede seguir el procedimiento de trazar en la carta el lugar geométrico de los puntos de la Tierra para los cuales el astro tiene la altura medida, y el de los puntos desde los cuales tiene el azimut hallado, y su intersección nos dará el punto, pero como el segundo lugar geométrico es una curva esférica difícil de trazar en la mayoría de los casos, es preferible hallar el primero solamente y determinar por tanteos el punto de este lugar geométrico, en el que el azimut del astro sea el que se ha obtenido, que será el que ocupará el globo.

Si unimos el astro con el centro de la tierra con una recta, se llama *punto de iluminación* el de intersección de esta recta con la superficie terrestre para el cual la altura del astro es de 90°, ó sea, que aparecerá en su cenit. Se ve fácilmente por la inspección de la figura 19, que para todos los puntos de un círculo menor cuyo polo sea el punto de iluminación y cuyo radio sea A, la altura sobre el horizonte del astro será de $90° - A$; de donde se deduce que, el lugar geométrico de los puntos de la

superficie terrestre desde los cuales un astro aparece con una altura determinada, en un momento dado, es un círculo menor cuyo polo es el punto de iluminación del astro en dicho momento y cuyo radio es el complemento de la altura.

Estos círculos menores se llaman *de altura* ó *de iluminación.*

Las coordenadas geográficas del punto de iluminación de un astro, como se deduce de la figura 20, son: latitud = declinación del astro, y longitud $= AR - T =$ ascensión recta menos la hora sideral de Greenwich.

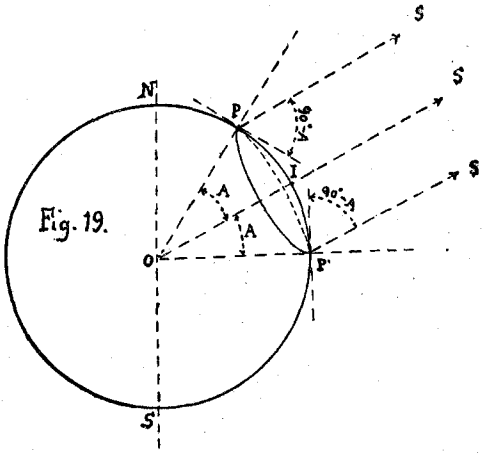


Fig. 19.

Para hallar el círculo de iluminación correspondiente á un astro y á una hora y altura dadas, sin tener que efectuar cálculos y del modo más sencillo y rápido posible, Mr. Favé ha ideado un procedimiento gráfico utilizado en muchas ascensiones del extranjero, á cuya descripción añadiremos la de otro método proyectado por el autor de esta Memoria, y empleado con buen resultado en varios viajes en globo libre.

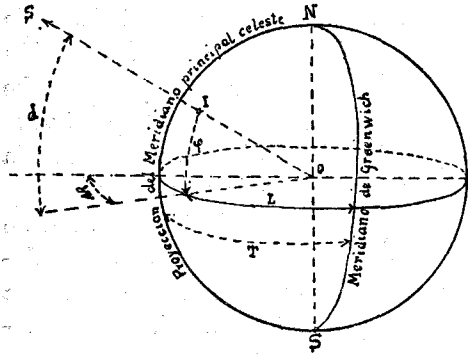


Fig 20.

El procedimiento Favé está basado en la proyección estereográfica, que, como es sabido, se obtiene hallando la perspectiva de una parte de la superficie de la tierra que rodea á un cierto punto de la misma Z, tomando como punto de vista el antípoda del Z y por plano de proyección ó del cuadro, el diametral perpendicular á la línea que une el punto Z al punto de vista, ó cualquiera paralelo á dicho plano, como lo es el tangente á la esfera terrestre en el punto Z, que es el que emplea monsieur Favé.

Este sistema de proyección, muy generalizado, ofrece entre otras las siguientes propiedades:

1.ª Toda circunferencia trazada sobre la esfera se proyecta según otra circunferencia.

2.ª Todo círculo máximo que pase por el punto Z, llamado punto central, tiene por proyección estereográfica una recta.

3.ª El ángulo que forman dos curvas arbitrarias trazadas sobre la esfera, conserva su mismo valor en la proyección.

Empleando dicho sistema de proyección, obtuvo Mr. Favé un mapa de Europa dibujado en una hoja transparente (fig. A) y de contorno circular cuyo centro es el punto Z de coordenadas geográficas: lat. = 45° N., y long. = 7° E. de París. El contorno de este mapa estereográfico va dividido en grados para poder trazar en él ángulos azimutales desde el punto Z. En otra hoja de papel (fig. A) ha dibujado una serie de arcos de círculo que son los correspondientes á los de iluminación que pueden pasar por el punto Z, indicando en cada uno de ellos la altura del astro visto desde Z á que corresponde.

Con estas dos hojas es fácil obtener el círculo de altura ó de iluminación correspondiente á un astro en un momento dado, conocidos su azimut y su altura observados desde el punto Z; para ello no hay más que colocar la hoja transparente sobre la figura, haciendo coincidir el punto Z de la primera con el de intersección del eje de azimutes y el círculo de altura correspondiente á la altura observada para el astro dada desde Z, y orientado el eje de azimutes del modo que quede en la dirección del azimut observado desde el punto Z, puesto que sobre esta línea debe hallarse el punto de iluminación del astro. Calcando en el papel transparente del mapa el círculo de iluminación determinado, tendremos la proyección de este círculo en la parte comprendida dentro del mapa.

Las alturas y azimutes de cada estrella y para cada hora sideral de París, y para el punto Z, se obtienen por medio de unas tablas calculadas por Mr. Favé. Para el Sol emplea un monograma que da la altura y azimut de este astro en el punto Z para cada hora de tiempo verdadero y para cada grado de declinación del astro.

Pero en general el globo no se hallará sobre ninguno de los círculos de altura que pasan por Z correspondientes á las observaciones que se efectúen, sino en otro cualquiera, y la altura observada no será igual á la que corresponde para el astro al punto Z en el momento de la obserción. En este caso general el globo en encontrará en el momento de tomar la altura sobre un círculo de iluminación cuyo plano será paralelo al del que en dicho instante pasa por Z, que diferirá de éste un cierto n úmero de grados n, igual precisamente á la diferencia entre la altura

observada desde el globo y la que en el mismo instante se mediría desde el punto central Z para el mismo astro visado.

Para trazar el círculo de iluminación que al globo corresponde habrá que tomar en la figura A sobre la línea que marque el azimut del astro observado, y á partir del punto Z, una distancia igual á la proyección de n grados de la esfera sobre el mapa estereográfico, distancia que se llevará desde Z hacia el astro si la altura de éste, observada desde el globo es mayor que la que para el mismo momento dan las tablas para el astro visado desde Z, y en sentido opuesto en el caso contrario.

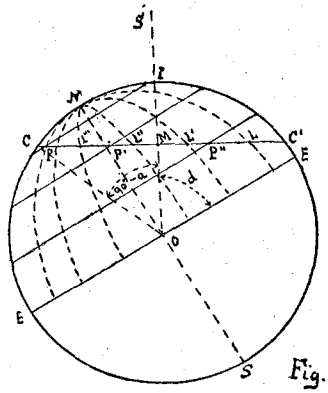


Fig. 21.

Por el punto así obtenido en la figura, debe pasar el círculo de iluminación en que el globo se encuentra; pero como al variar de punto, varía el radio del círculo de iluminación correspondiente, así como la proyección estereográfica del mismo, para saber qué arco de los de la figura hay que emplear, utiliza Mr. Favé un nomograma en el cual, por alineación del valor de la altura observada desde el globo, y la calculada para el mismo astro visto desde Z á la misma hora (que es la que figura en la tabla correspondiente en unión de los azimutes) se obtiene el número del arco que hay que emplear, procediéndose á situar éste sobre el punto determinado como si se tratara del Z, y á calcar el arco correspondiente después de orientado su eje de azimutes en el sentido debido.

Una vez conocida la posición del círculo de altura, determinaremos por tanteos el punto en que su radio forma con el meridiano un ángulo igual al azimut del astro y éste será el punto que se busca.

El procedimiento que proponemos consiste, en esencia, en lo siguiente: Supóngase que desde la barquilla de un globo se toma en un momento cualquiera la altura a del astro s cuya declinación conocida es d y que el aeronáuta dispone de una figura ó ábaco análogo á la figura 21, hecha tomando como plano de proyección el del meridiano del astro, plano que por consiguiente contendrá el eje NS de rotación de la tierra y la recta OS que une el centro del astro con el de la tierra, recta que por ser paralela á la visual dirigida desde el globo al astro S, formará con el ecuador EE un ángulo IOE igual á su declinación. Dicha recta OI proporciona el punto i de iluminación del astro observado en el instante de medir su altura. Los diversos paralelos terrestres, por estar situados en

planos perpendiculares al eje $N S$, se proyectarán en la figura según las perpendiculares á ella $A\,a\,A'a'\,A''a''$, etc.

Aunque para no complicar la figura sólo se indican cuatro paralelos, deben llevarse dibujados de grado en grado todos los de la zona terrestre en la que pueda suponerse se efectuará el viaje, llevándose también dibujados los meridianos de grado en grado, los cuales se proyectarán según elipses.

Determinada la altura a del astro observado, para fijar en el ábaco el círculo de iluminación en que se encontraba el globo en el momento de medirla, le bastará al aeronauta trazar (si no lo estaba, pues, en general, figurará ya en el ábaco) la recta $O\,I$ que forme el ángulo $E\,O\,I = d =$ declinación del astro observado, con el ecuador $E\,E$; y á partir del punto I medir en uno ú otro sentido sobre el meridiano $N\,A$... E un arco igual á $90° - a$, con lo cual determinará el punto C ó el C' de dicho círculo, y como éste se encuentra en un plano perpendicular á la recta $C\,I$, la perpendicular $C\,C'$ á dicha recta será en la figura el círculo de iluminación buscado.

Obtenidas en la forma dicha las rectas $O\,I$ y $C\,C'$, veamos cómo utiliza el ábaco el aeronauta para alcanzar el objeto que persigue de situar su globo en el plano.

Por de pronto, puesto que su cronómetro marca el tiempo sideral de Greenwich, podrá conocer la hora sideral T de la observación, y por el Nautical Almanac el valor de la ascensión recta del astro $A\,R$; siendo, pues, conocido el valor $A\,R - T$, ó sea la longitud del punto L, ó lo que es lo mismo, la del meridiano $N\,A\,E$, con lo cual podrá situar en el plano el meridiano correspondiente al punto de iluminación. Hecho esto, por la intersección en el ábaco, del círculo $C\,C'$ con los diversos paralelos (puntos P, P', P''...), ó con los distintos meridianos (puntos L, L', L''...), cuyas longitudes respecto al meridiano $N\,A\,E$ para los primeros, ó cuyas latitudes para los segundos podrá deducir de la figura, situará en el plano dichos puntos, y unidos por una curva continua (un círculo si el plano es estereográfico), le proporcionará en él la línea ó curva de altura correspondiente al momento de la observación. Sobre esta curva se determinará por tanteos el punto en que su normal forma con el meridiano un ángulo igual al azimut hallado, y éste será el punto donde se encuentra el globo.

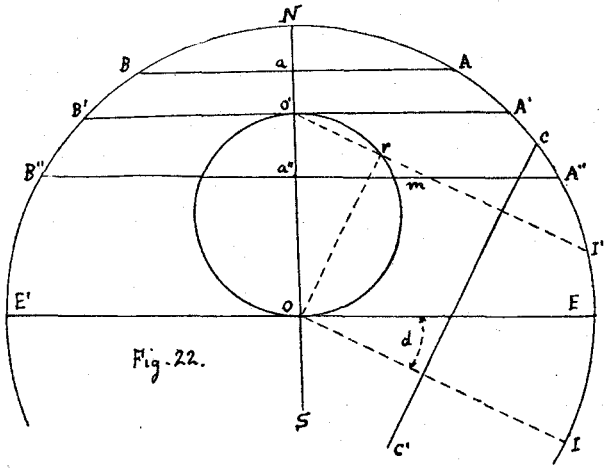
Este procedimiento, empleado en la forma expuesta, exigiría el uso de un ábaco análogo á la figura, hecho en gran tamaño (de 90 á 100 centímetros de radio), si se quiere obtener la aproximación conveniente al apreciar las longitudes de los puntos P, P', etc. ó las latitudes de las L, L', etc. que sirven de base para la resolución del problema, por cuya

razón, y con el objeto de simplificar el trazado en el ábaco, del círculo de iluminación que corresponda al astro visado, hemos introducido en el procedimiento que queda descripto varias modificaciones y simplificaciones que á continuación se detallan.

Si se considera en el ábaco el triángulo rectángulo $O\,O\,M$, se ve que en él:

$$O\,M = O\,C \cos C\,O\,I = O\,C \cos (90^\circ - a) = O\,C \operatorname{sen} a.$$

de modo que si en un papel transparente ó en una hoja de talco (fig. B) se tienen dibujadas dos rectas perpendiculares, y á partir de su punto de encuentro se toman sobre una de ellas los valores de los senos de los di-



versos ángulos, cuyo radio sea el del ábaco, desde 0° á 90°, creciendo de grado en grado, para determinar la posición del círculo de iluminación que corresponde á una altura a del astro, bastará colocar el nomograma transparente sobre el ábaco, orientándolo de modo que la graduación de senos quede sobre la recta que en él indique la declinación del astro, haciendo coincidir la división que corresponde al seno de la altura a con el punto O, en cuyo caso la recta del nomograma perpendicular á la graduada, marcará el círculo de iluminación correspondiente, permitiendo determinar los puntos P, P'... ó los L, L'..., de intersección con los paralelos ó los meridianos del ábaco, y como en éste se llevarán de antemano trazadas las rectas que corresponden á las declinaciones de los diversos astros observables, el empleo del nomograma transparente resulta cómodo y sencillo.

Con objeto de disminuir, sin perjuicio de la exactitud, las dimensiones del ábaco (fig. 22), y teniendo en cuenta que, partiendo de cualquier

punto de Europa ó de la América del Norte, no es fácil ni probable que el globo en su viaje se salga de la zona terrestre limitada por los paralelos *A B*, de latitud 60°, y *A B*, de latitud 30°, trataremos de resolver el problema con el trozo de ábaco proyectado en *A A*, *a a*, con lo cual, conservando la misma escala para su trazado, y, por consiguiente, igual aproximación en las mediciones gráficas, se reducen considerablemente las dimensiones del mismo. Veamos cómo se consigue este resultado.

Para ello es preciso: primero, sustituir el punto *O* por otro que quede dentro de la figura *A A*, *a a*, *B B*, eligiendo como nuevo punto el *O'* de intersección del parelelo *A' B'*, de latitud 45°, intermedio entre los que limitan la zona de navegación probable, y la recta *N S*. De este modo se podrá prescindir en el ábaco de los segmentos del círculo *B N A* y *A S B*, reduciendo el ábaco total por de pronto á la parte *A A*, *B B*, de dimensiones mucho menores, conservando la escala de la figura.

Comencemos, primero, por ver qué influencia tiene la sustitución dicha para la observación de un astro de declinación austral *d*.

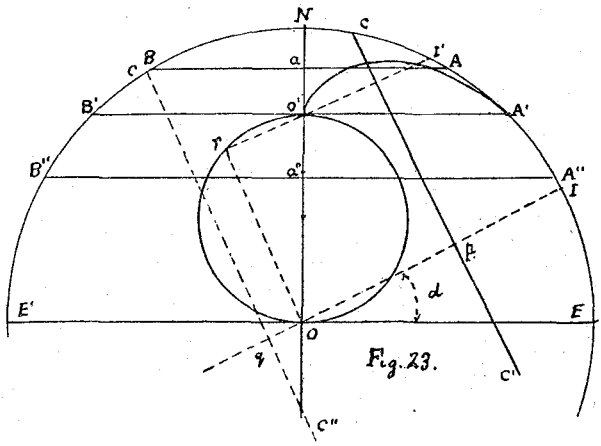
Disponiendo del punto *O*, la recta *O L* marcaría la declinación *d* del astro, y sobre ella se apoyaría la graduación de senos del nomograma en la forma ya explicada, determinándose, por ejemplo, la recta *C C* como círculo de iluminación correspondiente.

Supóngase trazada la circunferencia *O''* de diámetro igual al desplazamiento *O O'* que ha sufrido el punto *O*, y que se corre el nomograma sobre el ábaco, de modo que la recta *C C'* de aquél (prolongada si es preciso) siga cortando la circunferencia *N E S E'* en los mismos puntos *C* y *C'*, hasta que la graduación de senos (que se habrá movido paralelamente á sí misma) pase por el *O'*, determinando la recta *O' I'* paralela á *O I;* en este movimiento, el punto del nomograma que coincidía con el *O* (que era la división correspondiente al seno de *a*), caerá en un cierto punto *r*, el cual, por ser recto el ángulo *O r O'*, estará precisamente sobre la circunferencia *O' m O*, y en el trozo de arco *O' m O* para todos los astros de declinación austral, visibles desde la zona *A A*, *B B*.

En vista de lo expuesto, lo que habrá que hacer en este caso de astros de declinación austral, para prescindir del punto *O* y emplear el *O'*, será: llevar dibujados en el ábaco *A A*, *B B*, el trozo de arco *o' m;* llevará asimismo dibujadas en él las rectas análogas á la *O' I'*, que indican las declinaciones australes de los astros que convenga observar; apoyar sobre la correspondiente al astro observado la graduación de senos del nomograma transparente; *pero en lugar de hacer que coincida con O' la división que á la altura del astro corresponda, establecer dicha coincidencia con el punto de intersección de O' I' con el arco o' m.* La recta no graduada del nomograma proporcionará entonces, según se ha demostrado, el círculo de

iluminación correspondiente á $C\,C'$, y los puntos P, P', P''... ó los L, L', L''... necesarios para el resolver el problema.

Segundo, si se supone que se trata de un astro de declinación boreal (figura 23), al aplicar el procedimiento indicado en el caso anterior, resul-



tará para el punto r posiciones comprendidas en el arco $O'\,r\,O$, y, por consiguiente, inadmisibles, puesto que caen fuera del trozo de ábaco $A\,A$, $a\,a$, que es el que en definitiva se desea utilizar. Si en el nomograma transparente se tiene trazada una recta $C'\,C''$, paralela á $C\,C$, distando de ella una longitud $p\,g = O\,O'$, y se corriese dicho monograma (ya preparado y dispuesto sobre la recta $O'\,I'$ para determinar el círculo de iluminación $C\,C$), la cantidad $p\,g = O\,O'$ de tal modo, que la recta $O'\,I'$ siguiera pasando por O' é I', la $C'\,C''$ vendría á ocupar exactamente la posición de $C\,C$, y á determinar, por lo tanto, el círculo de iluminación del astro observado; pero al hacer dicho corrimiento, el punto r habrá ido á caer en r', sobre la recta $O'\,I'$ y distando de r la cantidad $p\,g = O\,O'$, situándose sobre la curva (1) $O'\,M\,r'\,A'$, trazada haciendo girar la recta $O'\,I'$ alrededor de O', y tomando sobre cada una de las posiciones de ella, y á partir de su punto de intersección con el arco $O'\,Or$ cantidades iguales á $O\,O'$.

Por consiguiente, si en el ábaco $A\,A$, $B\,B$ se tiene trazada en la forma dicha la curva $O'\,M\,A$, y en el nomograma la recta $C'\,C$ se comprende fácilmente por lo expuesto cómo se deberá operar para situar el círculo de iluminación correspondiente á un astro de declinación boreal.

Bastará para ello colocar el nomograma sobre el ábaco, de modo que su graduación de senos coincida con la recta $C'\,I'$ que marca la declina-

(1) Esta curva es la llamada *cardioide*.

ción, y que el seno que corresponda á la altura leída caiga sobre el punto de intersección de $O' \Gamma$ con la curva $O' M A'$, con lo cual, la línea $C' C$ determinará el círculo de iluminación.

Con las modificaciones expuestas ha quedado el ábaco total reducido (figura 24) al trapecio mixtilíneo $A A$, $B B$, provisto de los meridianos

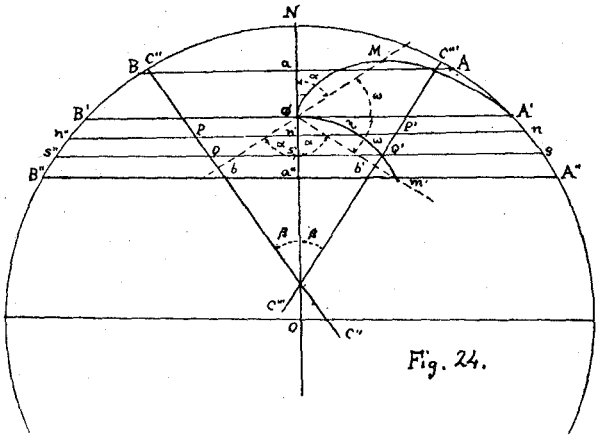


Fig. 24.

y paralelos correspondientes de grado en grado, de las rectas que marcan las declinaciones y de las curvas $O' M A'$ y $O' t m$, cuyos trazados, objeto y empleo queda ya conocido; pero se desea emplear únicamente la mitad derecha de dicho ábaco, ó sea la $A A$, $a a$, y como puede suceder (como ocurre en la figura, tratándose de astros de declinación boreal) que el círculo de declinación correspondiente al astro observado, determine puntos como el p y q, que quedan en la mitad izquierda de ábaco, por estar el globo en un meridiano que forme un ángulo mayor que 90° con el del astro, hay que ver qué debe hacerse en este caso, para poder operar en él con sólo la mitad derecha de la figura.

Supóngase doblado el ábaco por su eje de simetría de tal modo, que la parte derecha se superponga á la izquierda. De esta manera, cada paralelo coincidirá con su prolongación, y cada trozo de meridiano con otro de la otra mitad de la figura que tendrá su longitud suplementaria de la del primero con relación al meridiano del astro; por esta razón en el ábaco (fig. B), dibujado á escala $^1/_5$ del que se emplea en el globo, van dos escalas de longitudes para los meridianos, una sobre el paralelo $A a$, que da las longitudes de los de la mitad derecha respecto al $N A E$ del astro, y otra sobre el paralelo $A a$ correspondientes á las longitudes, con relación al meridiano citado, de los de la mitad izquierda, abatidos en la forma referida sobre los de la mitad derecha.

Al hacer el mencionado abatimiento, los puntos P y Q habrán venido á caer sobre sus simétricos P' y Q', los cuales estarán sobre una cierta recta C''' C''', simétrica de la C'' C'' con relación á la a a'' que sirvió de eje para el abatimiento.

Veamos cómo puede resolverse el problema en el caso indicado en la figura, con sólo el ábaco A A'', a a'' y el nomograma transparente ya conocido.

Si el punto de iluminación del astro visado es, por ejemplo, el i (de declinación boreal, pues para los de declinación austral basta siempre la mitad derecha del ábaco), y su círculo de iluminación determinado en la forma ya sabida, resulta ser el C O C''; es evidente que, trazando la recta C''' C''', simétrica de la C'' C'' respecto á la a a'', dicha recta C''' C''' proporcionará los puntos P' Q', simétricos á los P Q por su intersección con n' n, s' s, simétricos de n'' n' y s'' s', respectivamente, debiendo leerse las longitudes correspondientes á los puntos P' Q' en la graduación de que va provisto el paralelo A a del ábaco. Ahora bien, para no tener que trazar la recta C''' C''' en cada caso particular, basta fijarse en lo siguiente: Si en el A A'' a a'' se tienen trazadas de antemano por el punto O', no sólo las ábaco rectas análogas á las O I que marcan las declinaciones boreales de los astros que pueden ser objeto de observación, sino sus simétricas como la O' I' con relación al paralelo O' A', podrán utilizarse dichas declinaciones simétricas para determinar con solo el nomograma, la recta C''' C''' buscada. En efecto, si al emplear en la forma ya conocida el nomograma, se ve que el correspondiente círculo de iluminación C'' C'' no corta á los paralelos ó meridianos del trozo de ábaco conservado A A'', a a'', bastará fijarse en la división de la graduación de senos del nomograma que coincide con el punto O' y hacer girar á aquél de modo que dicha división siga coincidiendo con O'; pero estableciendo á la vez la coincidencia de la graduación de senos con la recta O' I', simétrica de la de declinación O I del astro observado, respecto á O' A', con la cual, la recta roja C'' C'' del nomograma tomará precisamente la posición C'' C'' deseada y determinará los puntos P' y Q', que, como se dijo, suplen á los P y Q.

Creemos que el método que proponemos presenta sobre el de Mr. Favé las ventajas siguientes:

Mayor facilidad de construcción de los gráficos.

Menor número y tamaño de los que hay que llevar para una misma aproximación.

Mayor rapidez de empleo, sobre todo empleando para trazar el círculo de iluminación un mapa estereográfico, bastando entonces determinar tres puntos y trazar el círculo que pase por ellos.

Poderse emplear con estrellas que aparezcan á cualquiera altura,

mientras que el de Mr. Favé no es aplicable más que á las estrellas cuyas alturas correspondan á los círculos que se tienen trazados.

Tener menos causas de error.

Poderse emplear para cualquier astro conociendo su ascensión recta y declinación, pues bastará trazar la recta correspondiente, mientras que con el método de Mr. Favé habría que calcular *à priori* la tabla de azimutes y alturas para el punto central.

Poderse emplear en las dos zonas terrestres comprendidas entre los paralelos 60° y 30° Norte ó Sur, en lugar de limitarse su empleo directo á la parte comprendida por el mapa circular transparente de Mr. Favé.

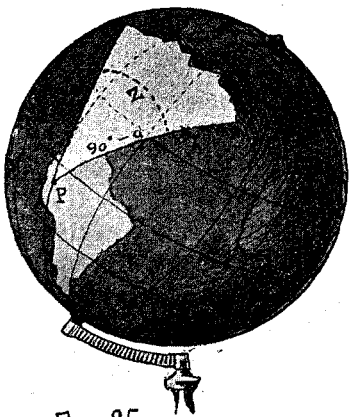


Fig. 25.

Para facilitar el trazado de las rectas correspondientes á la declinación de cada astro, en el borde del ábaco se han dibujado unas escalas con divisiones de grados que corresponden á los ángulos que formen con la $O' A'$ las rectas de declinación. Los signos que figuran en los extremos de estas escalas indican las declinaciones máximas Norte ó Sur que pueden alcanzar el Sol, la Luna y los Planetas observables.

Además, figura al margen una lista de las ascensiones rectas de las estrellas cuyas rectas de declinación están trazadas para evitar el tener que consultar el Nautical Almanac al hallar la longitud del meridiano de proyección.

Veamos ahora otro procedimiento gráfico que se puede seguir:

Si se llevara una esfera terreste á bordo, se podría determinar el punto más rápidamente, aunque con menor aproximación, construyendo un ángulo de papel del mismo valor que el azimut del astro y tomando en uno de sus lados una magnitud igual al arco de la esfera, cuyo ángulo fuera complementario de la altura verdadera. Si colocamos el extremo de este lado sobre el punto de iluminación, y hacemos girar el papel alrededor de este punto hasta que el otro lado coincida con un meridiano, el vértice señalará la posición del punto en que se está (fig. 25).

Si el astro estuviese próximo á su paso por el meridiano, se puede tomar su altura a y añadirle una corrección $C = 2 \cos \varphi \cos d$ ver H sec a, en la que φ y H son la latitud y horario que se suponga aproxidamente tengan el globo y el astro. Una vez obtenida la altura corregida a, se calculará la latitud $= 90° - a' - d$. Por este procedimiento, llamado

de alturas extrameridianas, no es posible calcular la longitud. En las ya citadas Tablas Náuticas, de Mendoza, se encuentran medios para obtener de un modo sencillo el valor de C en cada caso.

II. Para evitar el empleo de los ángulos azimutales verdaderos, difíciles de averiguar, como ya se ha dicho, por la poca precisión de los aparatos para medirlos, y por no conocerse con exactitud la declinación magnética del lugar, cuando sólo haya un astro observable es preferible operar con él por observaciones sucesivas.

Los métodos de esta clase, más apropiados á la navegación aeronáutica, son: el de alturas sucesivas, alturas meridianas y alturas circunmeridianas.

El primero consiste en determinar el punto conociendo dos alturas a y a', sucesivas de un astro, y la hora sideral de Greenwinch de cada una de ellas, T y T' (fig. 30).

Si el globo hubiese permanecido fijo desde una á otra observación, ó con un camino recorrido despreciable, y suponiendo constantes las coordenadas del astro, podríamos resolver el problema analíticamente del modo siguiente: Siendo S y S' las dos posiciones del astro, Z el cenit y P el polo elevado, podremos resolver el triángulo esférico $S\,S'\,P$, del que conocemos $P\,S$ y $P\,S'$, iguales á $90^\circ - d$, y el ángulo $S\,P\,S'$, igual á $T' - T$, y hallar el valor de $S\,S'\,P$ y del lado $S\,S'$. Con estos datos se obtendría el ángulo $S\,S'\,Z$ (resolviendo este triángulo, del cual se conocerían ya los tres lados), y restándole del $S\,S'\,P$, hallaremos $P\,S'\,Z$, que nos permitirá calcular el lado $P\,Z = 90^\circ - \varphi$ y $S'\,P\,Z = H'$, del que obtendremos la longitud $L = T' - (A\,R - H)$. Este procedimiento, demasiado largo para usarlo á bordo, se complica todavía más cuando el globo recorre un cierto camino entre las dos observaciones. En este caso es más recomendable el empleo del método Sumner, que consiste en lo siguiente:

Si se conocen las latitudes de dos paralelos entre los cuales se navegue, se calcularán las longitudes de los puntos de intersección de estos paralelos con los círculos de iluminación correspondientes á las dos alturas medidas, y si la distancia entre los dos paralelos no es muy grande, las rectas que unan los puntos de intersección podrán suplir, con poco error, á los arcos de dichos círculos. Tomando á partir de un punto del primero, y en la dirección del rumbo que se haya tenido entre las dos observaciones, una magnitud igual al camino recorrido, y trazando una paralela á la recta que representa á dicho primer círculo, su intersección con la segunda será la posición (fig. 26).

Si el camino recorrido fuese cero, la intersección de las dos rectas de iluminación será la solución.

Para hallar las longitudes de los puntos de intersección de las rectas de iluminación con los paralelos, se calcula el horario para cada punto por la fórmula llamada de Mendoza, calculable por medio de los logaritmos que figuran en sus tablas náuticas. Esta fórmula es:

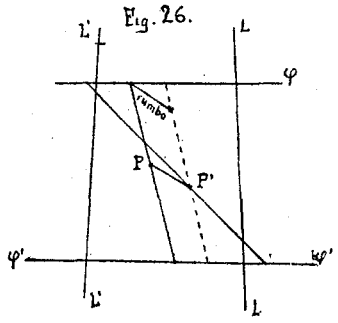
$$\text{ver } H = \cos {}^1/_2\, S \text{ sen } D \; sec\; \varphi \text{ cosec } \Delta$$

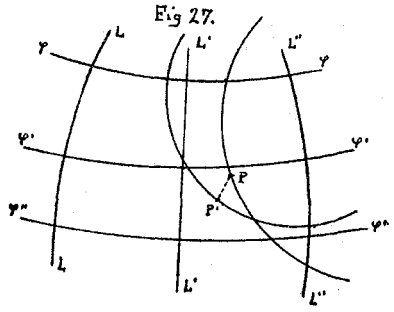
En la que H es el horario del astro,

Δ la distancia polar referida al polo elevado $= 90° - d$, φ la latitud del paralelo que se considere, $S = a + \Delta + \varphi$ y $D = {}^1/_2\, S - a$.

Estos horarios se pueden obtener por medio de ábacos especiales para cada astro en que se pueden determinar éstos, conociendo la latitud y la altura. Las longitudes correspondientes serán: $L = T - (A\ R - H)$.

Para que este método sea aceptable, es necesario que la altura del astro sea inferior á 22°; que no esté próximo al meridiano; que la diferencia entre las latitudes de los paralelos que comprenden el punto sea la menor posible, y que entre una observación y otra pase el mayor tiempo





que se pueda, siempre que se conozca bien el camino recorrido y el rumbo seguido entre ellas.

Para resolver el problema gráficamente, se pueden hallar las posiciones de los dos círculos de iluminación por los procedimientos estereográficos ú ortográficos ya descriptos, y hallar los puntos de ellos cuya distancia entre sí, sea igual en magnitud y dirección al camino recorrido y rumbo entre las observaciones (fig. 27).

Cuando se conozca la región por donde se navega, se puede precisar el punto aplicando el método gráfico de las rectas de altura ó de iluminación, ideado por Mr. de la Baume Pluvinel. Este método es análogo al de Mr. Favé, descripto anteriormente, y sólo se diferencia de él en que el radio del mapa circular es de 200 kilómetros solamente y los círculos de iluminación están sustituídos por rectas.

Por medio de ábacos ó tablas análogas á las que se emplean en el método Favé, se halla el azimut y la altura del astro visto desde el punto central del mapa en el momento de la primera observación, lo que nos permitirá trazar la recta de altura que pasa por el punto central, que será perpendicular á la dirección del astro marcada por el azimut.

La recta de altura en donde estuviese el globo en la primera observación, será paralela á la que tendremos trazada y distará de ella una magnitud igual al número de grados de diferencia entre la altura calculada que den las tablas y la observada, con lo cual podemos trazarla en el mapa.

Una vez conocida esta primera recta de altura, se trazaría, á partir de un punto cualquiera de ella, una magnitud igual al camino recorrido, con un ángulo con el meridiano igual al rumbo que se haya seguido entre las dos observaciones, y por el extremo de ésta, una paralela con la recta de altura hallada. La intersección de esta paralela con la recta de altura correspondiente á la segunda observación, que trazaríamos del mismo modo que la primera, nos daría el punto buscado, en el cual estaría el globo en el momento en que aquélla se hubiese efectuado.

Este procedimiento, aunque presenta los inconvenientes del de monsieur Favé, y el de no ser aplicable á largos viajes, puede ser práctico para ascensiones de poca longitud por su sencillez y suficiente aproximación.

Otro procedimiento gráfico muy sencillo de emplear, aunque algo difícil de construir, consistiría en colocar sobre un mapa en proyección cónica polar del terreno que se recorre, una hoja transparente donde estuviesen trazadas las proyecciones cónicas de los círculos de altura correspondientes á una de serie de ellas, y un astro dado, cuya hoja pudiera girar en el sentido de los paralelos del mapa, con lo cual, las curvas de altura podrían tomar la posición correspondiente á cada hora sideral que señalaría un índice fijo en el mapa sobre una escala de horas dibujada en la hoja transparente. De este modo no habría más que correr la hoja transparente hasta que el índice marcase la hora sideral de la primera observación y tendríamos la primera curva de altura; corriendo la hoja hasta la hora de la segunda observación, tendríamos la otra curva, y la intersección de ambas sería la posición del globo si éste hubiese permanecido fijo. Si se hubiese movido, se tendría en cuenta el camino recorrido del mismo modo que en los procedimientos anteriores (fig. 28).

Finalmente, con una esfera terrestre bastaría trazar con un compás y del modo que ya sabemos, los dos círculos de altura correspondientes á las dos observaciones, y por su intersección, si el globo hubiese perma-

cido fijo, ó del modo ya explicado si se hubiese movido, se determinaría el punto (fig. 29).

El método de alturas meridianas consiste en tomar una serie de alturas sucesivas de un astro, que se crea próximo á su paso por el meridiano, hasta que se note que empieza á decrecer (ó á aumentar si se tra-

Fig. 28.

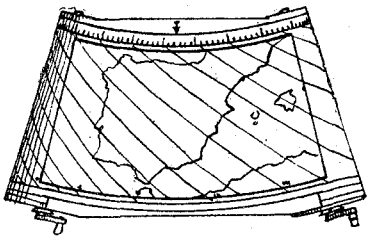
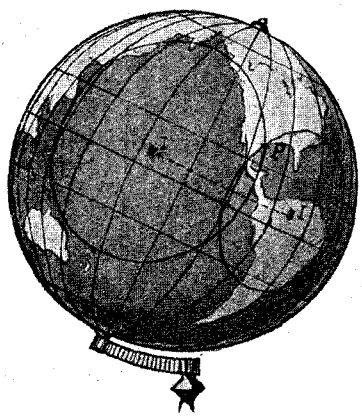


Fig. 29.



tase de un paso inferior de una estrella circumpolar); la altura máxima corresponderá al paso por el meridiano, y de ella podremos deducir la latitud por la fórmula

$$\varphi = 90^\circ - a + d.$$

Por la hora sideral T á que ocurra esta altura máxima, se podrá averiguar la longitud, puesto que $L = T - A\ R$.

Este procedimiento da la latitud con mucha aproximación, por variar muy poco las alturas al paso del astro por el meridiano; en cambio puede dar error en la longitud, por no corresponder la hora de la altura máxima observada con la exacta del paso; por lo tanto, se usará preferentemente cuando se tenga más interés en determinar la latitud que la longitud, ó sea cuando se sepa que el rumbo es Norte-Sur y se conozca un punto de paso anterior, ó bien cuando el mar ó zona peligrosa tuviesen sus costas ó límites coincidiendo aproximadamente con paralelos terrestres en las proximidades del lugar donde se navega.

Si se operase con la Polar, el error en longitud podría ser demasiado grande; en cambio las lentas variaciones de la altura permiten un gran espacio de tiempo durante el cual la altura medida puede, sin error apreciable, considerarse como meridiana.

Si lo que se quisiera obtener con más exactitud fuese la longitud, conociendo aproximadamente la latitud, puede emplearse el método de alturas circunmeridianas ó de Littrow, que consiste en tomar dos alturas de un astro que comprenda el paso por el meridiano, procurando que sean

lo más próximas posible, para que no influya el movimiento del globo entre una y otra.

Llamando a y a' las alturas observadas, H y H' los horarios correspondientes, d la declinación y φ la latitud estimada del lugar, por medio de la fórmula:

$$\text{sen } {}^1/_2\,(H + H') = \text{sen } {}^1/_2\,(a' - a) \cos {}^1/_2\,(a' + a)$$
$$\text{cosec } {}^1/_2\,(H' - H) \sec \varphi \sec. d$$

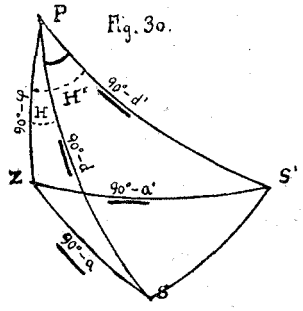
podemos obtener el horario medio correspondiente á la hora T, intermedia á las de las observaciones. De aquí podemos deducir la longitud L de la fórmula conocida

$$L = T - A\,R + {}^1/_2\,(H' + H).$$

El término $H' - H$ del segundo miembro es conocido, por ser el tiempo transcurrido entre las dos observaciones.

Este procedimiento es más aplicable en los casos contrarios á los del anterior, ó sea cuando el globo marcha según un paralelo que aproximadamente se conozca, ó cuando las costas ó límites peligrosos estén según meridianos.

Observaciones con dos ó más astros. — Por los inconvenientes que ya se han citado, prescindiremos de los métodos que pudieran seguirse midiendo los azimutes verdaderos que solamente deberán emplearse en el caso en que haya un solo astro observable y no sea posible emplear las observaciones sucesivas. Por lo tanto, sólo estudiaremos los procedimientos que se seguirán cuando se conozcan: 1.°, las alturas simultáneas de dos astros; 2.°, la altura de uno de ellos y el ángulo que forma el arco de círculo máximo que los una, con un vertical, y 3.°, los ángulos que forme este mismo arco de círculo máximo con los dos verticales correspondientes á los dos astros.



I. En el primero, ó sea dadas las alturas simultáneas de dos astros, se puede resolver el problema analíticamente por medio de las fórmulas de la trigonometría esférica.

Siendo S y S' los dos astros (fig. 30) y Z y P el cenit y polo elevado del lugar, resolveremos el triángulo $S\,S'\,P$, del cual se puede tener calculado *à priori* el valor del ángulo $P\,S'\,S$ y el lado $S\,S'$. Con estos datos, y resolviendo el triángulo $Z\,S'\,S$, calcularemos el ángulo $Z\,S\,S'$ y el $Z\,S\,P$, que es su diferencia con el $P\,S\,S'$. Este ángulo $Z\,S\,P$, junto con los valo-

res de los lados $Z S$ y $P S$, que son, respectivamente, los complementos de la altura y declinación de S, nos permitirán calcular el triángulo $Z P S$, su ángulo H, horario de S, que es $S P Z$, y el lado $Z P$, igual al complemento de la latitud. Con estos datos ya se puede resolver el problema como en los casos anteriores, puesto que

$$\varphi = 90^\circ - PZ \quad \text{y} \quad L = T - A R + H.$$

Este cálculo, aun simplificado por el empleo de los logaritmos, sería demasiado largo para ser efectuado á bordo, por lo cual será preferible adoptar uno de los procedimientos siguientes que, aunque de menor exactitud, son de uso más cómodo y rápido.

El procedimiento Summer es también aplicable á este caso, con sólo calcular por su fórmula ó por ábacos las longitudes de los puntos de intersección de las rectas de altura de los astros observados, con los paralelos entre los cuales se sepa que navega el globo.

El método Favé, el de gráficos ortográficos y el de las rectas de alturas ó de la Baume Pluvinel, resuelven el problema con gran facilidad, pues basta con determinar los dos círculos de iluminación correspondientes á los dos astros observados del modo que ya sabemos, y hallar su intersección.

Lo mismo se procederá empleando el mapa de proyección cónica polar ya descripto, si se tiene dibujadas en la hoja transparente las curvas de altura de los dos astros.

Para resolver el problema gráficamente por medio de una esfera terrestre, se trazarán con un compás de radio igual al complemento de la altura de cada astro, y haciendo centro en el punto de iluminación respectivo, los dos círculos de altura que en su intersección nos darán la posición del globo. Este medio empleado por primera vez por el Capitán de la Marina mercante española, D. Justo Ogínaga, fué descripto en el Memorial de Ingenieros del año 1883 por el hoy Coronel del Cuerpo, Jefe del Servicio Aerostático, D. Pedro Vives y Vich.

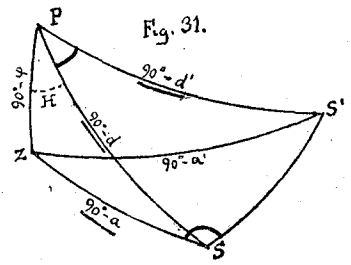
Los procedimientos gráficos empleando la esfera terrestre, aunque son muy sencillos en su empleo, tienen el inconveniente de exigir se lleve á bordo una esfera de gran tamaño, si se quiere tener un grado de aproximación aceptable, por lo cual no son usados en la navegación aeronáutica.

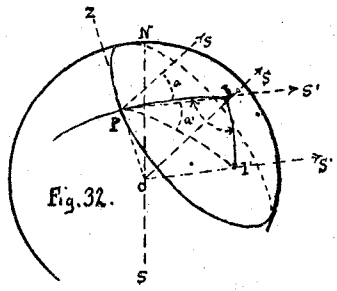
Hay que tener en cuenta, tanto para este caso como para los anteriores en que se resuelve el problema por la intersección de dos círculos de altura, que los dos puntos en que se cortan siempre estos círculos corresponden uno á la solución verdadera, y el otro á la que resultaría si las posiciones de los astros apareciesen invertidas en su orden de Este á Oeste,

conservando las mismas alturas. Basta un ligero examen para saber cuál de estos puntos de intersección es el que da la solución verdadera.

En todos estos métodos, excepto en el analítico que se complicaría demasiado, se puede resolver el problema también cuando las alturas no son simultáneas, haciendo lo que se ha explicado para caso de observaciones sucesivas de un solo astro, cuando el globo efectúa un cierto camino recorrido entre una y otra.

II. En el segundo caso, ó sea cuando los datos sean la altura de una





estrella S, y el ángulo que forma con su vertical el arco de círculo máximo que la une á otra s' ($S'\,S\,Z$), (fig. 31), puede también resolverse el problema analíticamente del modo siguiente:

A priori se llevará resuelto el triángulo $P\,S\,S'$ (del que son conocidos dos lados $P\,S = 90^\circ - d$ y $P\,S' = 90^\circ - d'$, y el ángulo comprendido $S\,P\,S' = A\,R' - A\,R$) y calculado el ángulo $P\,S\,S'$. Si se resta este ángulo del $Z\,S\,S'$, obtendremos el $P\,S\,Z$. Si tomamos ahora un ángulo auxiliar n, tal que $\cos n = \dfrac{\cot Z\,S}{\cos P\,S\,Z}$ tendremos:

$$\operatorname{cotg} H = \frac{\operatorname{cotg} P\,S\,Z \operatorname{sen}(P\,S - n)}{\operatorname{sen} n} = \frac{\operatorname{cotg} P\,S\,Z \cos(d + n)}{\operatorname{sen} n}$$

y

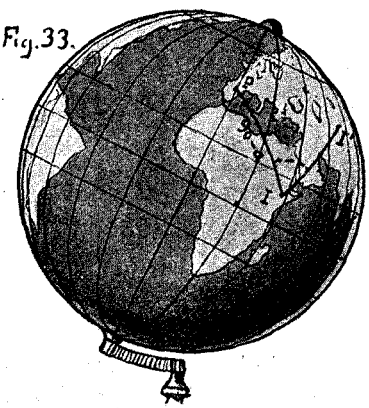
$$\cos \varphi = \operatorname{sen} P\,Z = \frac{\operatorname{sen} P\,S\,Z \cos a}{\operatorname{sen} H} \qquad , \qquad L = T\,A\,R + H.$$

Para resolverlo gráficamente habría que trazar el círculo de altura correspondiente al astro cuya altura se conoce, y hallar su intersección con el circulo máximo que, pasando por su centro, formase con el meridiano de este punto un ángulo igual al observado menos el $P\,S\,S'$, por ser este círculo máximo el lugar geométrico de los puntos de la superficie terrestre, desde los cuales el ángulo $Z\,S\,S'$ aparecería con la misma magnitud observada (fig. 32).

Con una esfera terrestre se señalarían los puntos de iluminación de los dos astros, se unirían por un arco de círculo máximo y se trazaría otro círculo máximo que, pasando por el punto de iluminación correspondiente al astro cuya altura se conoce, formara con el otro un ángulo igual al observado, y tomando sobre él, á partir del vértice, un arco igual al complemento de la altura, tendríamos el punto pedido (fig. 33).

Estos procedimientos tienen la ventaja de producir poco error por cortarse siempre perpendicularmente los dos lugares geométricos que determinan el punto.

Fig. 33.

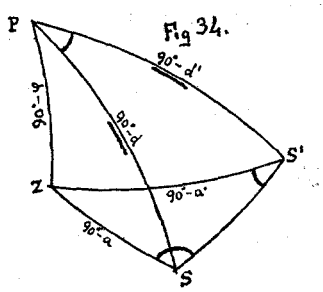


Si lo que se conociese fuera el ángulo horario H de la Polar ó la hora sideral local por medio del goniómetro polar, podemos determinar directamente la longitud $L = T - A\ R + H$ ó $L = T - t$, y si al mismo tiempo medimos la altura a, conoceremos también la latitud φ por la fórmula:

$$\text{sen}\ (\varphi + n) = \text{sen}\ a \cos n / \text{sen}\ d,$$

en la que n es un ángulo auxiliar tang $n = \cot d \cos H$. Los valores de esta fórmula pueden estar calculados en un ábaco en que se obtenga la latitud en función de los argumentos H y a de la Polar. Este es el procedimiento más rápido y sencillo para situarse astronómicamente de noche con cielo despejado hacia el Norte, sobre todo cuando se desee obtener más aproximación en latitud que en longitud.

Fig. 34.



Si, conocida por este medio la latitud, quisiese el aeronauta rectificar la longitud por medio de otro procedimiento más exacto, puede hacer uso de las tablas ó ábacos que dan, para una estrella determinada, el ángulo horario ó la hora sideral local en función de la latitud y de la altura verdadera. Monsieur de la Baume Pluvinel y otros matemáticos han calculado varios de estos ábacos para uso de la navegación aeronáutica.

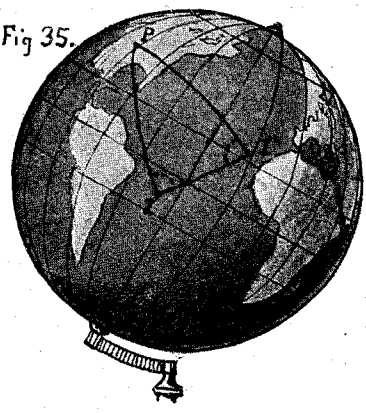
III. Si se conociesen los ángulos $Z\,S\,S'$ y $Z\,S'\,S$ (fig. 34) que forman los verticales de dos estrellas con el arco de círculo que las une, la resolución analítica sería la siguiente:

Teniendo ya resuelto el triángulo $P\,S\,S'$ y conocido el ángulo $P\,S\,S'$, el

$P S' S$ y el lado $S S'$, podríamos resolver el triángulo $Z S S'$, despejar el valor de $S Z$ y con él resolver el $P Z S$, deduciendo el valor de $P Z$ y del ángulo $Z P S = H$, y de aquí la latitud y la longitud del mismo modo que en los casos anteriores.

Sobre una esfera terrestre también se podría resolver gráficamente señalando los dos puntos de iluminación de los dos astros, y los círculos máximos que pasen por ellos formando con el arco que los une un ángulo igual al observado para cada estrella. Las intersecciones de estos dos círculos serán: una el punto buscado y la otra su antípoda (fig. 35).

Fig 35.



Para evitar que los dos lugares geométricos se corten con ángulos muy agudos, se procurará que las dos estrellas tengan una diferencia de azimutes próxima á 90°, por lo que en algunos casos convendrá operar con 4 estrellas, determinando los ángulos que formen cada dos con los verticales que pasen por las que satisfagan mejor esta condición, evitándose así el tener que emplear anteojos de campo demasiado grande.

Observaciones generales para los procedimientos de determinación astronómica del punto. Hay que tener en cuenta las siguientes:

1.ª Las observaciones con las estrellas tienen la ventaja de que se pueden tener calculadas para siempre las tablas ó ábacos que den los azimutes, alturas, horarios, horas siderales y demás datos que se necesiten de ellas. En cambio las observaciones con los planetas, el Sol, y, sobre todo, la Luna, obligan á construir estos ábacos ó tablas, especiales para cada día y aun para cada hora.

2.ª Cuando se opera con el Sol, la diferencia $T - A R$, entre su ascensión recta y la hora sideral, es igual á la hora verdadera, y, por lo tanto, se podrán hacer las operaciones sin referirse á la hora sideral, convirtiendo el tiempo medio que marcará el cronómetro en tiempo verdadero, para lo cual se le sumará ó restará la ecuación del tiempo que figura para cada día en las tablas mensuales del Nautical Almanac.

3.ª Siempre que se haga alguna resolución trigonométrica conviene dibujar la figura correspondiente, para tener en cuenta el signo de cada ángulo. Sin esta precaución, y limitándose á aplicar la fórmula, es muy fácil obtener resultados completamente falsos.

4.ª Las longitudes se considerarán positivas al Oeste del meridiano de

Greenwich, los ángulos horarios al Oeste del meridiano del lugar, las ascensiones rectas y los tiempos siderales se contarán á partir del meridiano principal y hacia el Este. Si al calcular las longitudes resultasen mayores de 180°, se contaría su diferencia á 360°, con signo contrario.

5.° Para el cálculo trigonométrico de los elementos anteriores habrá que reducir el tiempo á arco, sabiendo que cada hora equivale á 15°, cada minuto á 15′ y cada segundo á 15″. Para la reducción inversa se tendrá en cuenta que $1.^{\circ} = 4^{m}$, $1' = 4^{s}$ y $1'' - 0{,}067^{s}$. Sin embargo, utilizando las Tablas Náuticas de Mendoza, no hay necesidad de efectuar esta reducción, porque en ellas los ángulos están expresados en arco y en tiempo.

Determinación magnética del punto.

Navegando entre nubes, con cielo y tierra cubiertos, es imposible determinar el punto por ninguno de los procedimientos anteriores. Para este caso ha propuesto Mr. Moureaux, Director del Observatorio Magnético de Parc Saint-Maur, el empleo de una brújula de inclinación, la cual nos daría el valor de este elemento magnético, y, por lo tanto, conoceremos que el globo se halla en un punto de la curva insóclina, ó paralelo magnético, correspondiente á la inclinación medida.

Por este medio se determinaría la latitud magnética del punto; pero necesitamos conocer otro lugar geométrico, que por su intersección con el conocido nos precise su posición.

Si se conociese la dirección del Norte verdadero, podríamos medir la declinación magnética por medio de una brújula, y determinar así la curva isógona ó meridiano magnético que por su intersección con el paralelo nos dará el punto; pero como esto es imposible con el cielo cubierto, se ha tratado de recurrir á medir la componente horizontal para conocer en qué curva isomagnética se encuentra el globo.

Este procedimiento, aunque se ha tratado de perfeccionar empleando agujas de gran longitud y sensibilidad, provistas de un sistema amortiguador de oscilaciones de hilos radiales de cristal, no ha dado resultado ni creemos llegue á ser práctico, por las razones siguientes:

1.ª Por la poca precisión en las medidas, sobre todo en las de la componente horizontal, que se puede conseguir con los aparatos que se lleven á bordo.

2.ª Por necesitarse mapas magnéticos al día, de la región en que se navegue, hechos con gran exactitud, siendo muy pocos los paises que poseen mapas de esta clase.

3.ª Por cortarse bajo ángulos muy agudos, y en muchos puntos, las

líneas isóclinas y las isomagnéticas, que hasta coinciden en algunos trozos, lo que daría muchos errores al determinar el punto de intersección de ellas.

4.ª Por presentar variaciones continuas é irregulares estas líneas, lo que haría muy difícil la construcción exacta de los mapas magnéticos.

5.ª Por no ser conocidas las deformaciones que sufren estas líneas en las diferentes capas de la atmósfera, en función de su altura sobre el terreno.

También se ha propuesto deducir el desplazamiento del globo en la dirección de los paralelos magnéticos midiendo la corriente eléctrica originada por el campo magnético terrestre en un conductor fijo en el globo, pero hasta la fecha no se ha obtenido resultado práctico.

Determinación Mecánica del punto.

Este procedimiento está basado en la tendencia que tiene un giróscopo en marcha á consevar la dirección de su eje de rotación.

Aunque este aparato no está en la actualidad suficientemente perfeccionado para servir para determinar el punto, citamos este procedimiento por creer que no se tardará mucho en emplearle para este fin, por las grandísimas ventajas que presentaría su uso, especialmente en la navegación aeronáutica, en que su funcionamiento no estaría perturbado por movientos tan bruscos, como en la marítima y terrestre.

Además, hay casos en que ninguno de los anteriores procedimientos es aplicable, y solamente el giróscopo podría dar la solución. Tal sucede en los viajes de exploración en globo por las regiones polares, intentados ya varias veces, aunque sin éxito hasta el presente. En estas regiones, por ser desconocidas, no serán aplicables los procedimientos geográficos más que en muy raras ocasiones; los astronómicos tampoco lo serán, porque efectuándose estos viajes durante el día polar, como época más favorable, no habrá más astros observables que el Sol y algunas veces la Luna; pero siempre muy próximos al horizonte y muy influenciadas sus alturas por la refracción, lo que hará inaceptables lan observaciones en la mayoría de los casos; además, las brújulas no nos proporcionarán ningún dato preciso por estar en las proximidades del polo magnético, y por lo tanto, solamente el giróscopo puede darnos la posición geográfica del punto, de suma importancia en este caso: primero, por lo peligroso del viaje y necesidad de conocer qué rumbo habrá de seguirse para buscar un punto de refugio, y segundo, por tratarse de una exploración científica de regiones desconocidas que, sin la determinación de la posición de los puntos conocidos, carecería de valor.

Supongamos un giróscopo en movimiento de rotación, cuyo eje fuese paralelo al eje del mundo, es decir, que al ponerlo en marcha se hubiese

colocado su eje en el plano meridiano é inclinado con la horizontal, y hacia el polo elevado, un ángulo igual á la latitud del lugar.

Según las conocidas propiedades del giróscopo, si, una vez colocado en esta posición, y provisto de una suspensión que permita á su eje tomar una inclinación y dirección cualquiera, se le traslada á otro lugar de diferente latitud geográfica, su eje permanecerá siempre paralelo á sí mismo y, por lo tanto, al eje del mundo, y en cualquier momento seguirá situado en el plano meridiano y formando un ángulo con la horizontal igual á la latitud del lugar que ocupe (fig. 36).

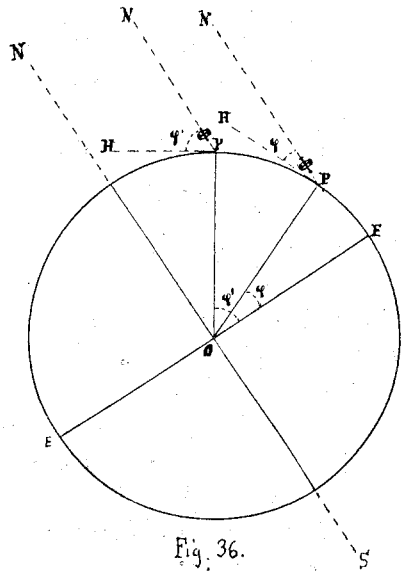


Fig. 36.

Del mismo modo, si lo colocamos con su eje paralelo á la línea de los equinoccios, ó sea apuntando al primer punto de Aries ó Vernal, permanecerá siempre en el plano del ecuador celeste, y girando aparentemente con el mismo movimiento de rotación que la esfera celeste. En este caso, el ángulo que forme con el meridiano será igual á la hora sideral local, y por la diferencia entre esta hora y la de Greenwich, que podremos conocer por el cronómetro, sabremos la longitud geográfica (fig. 37).

Vemos, pues, cómo con dos giróscopos, animados de un movimiento de rotación suficientemente rápido, para que los rozamientos con la suspensión no influyan en la posición de sus ejes, podremos resolver de un modo continuo y sencillo el problema de determinar las coordenadas geográficas del lugar.

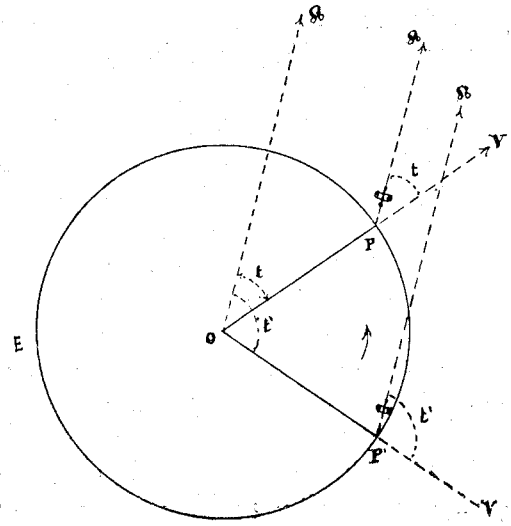


Fig. 37.

Todavía podía hacerse más sencilla la determinación del punto si se emplease una esfera terrestre del diámetro necesario para la exactitud que se desee, y en cuyo interior hubiese dos giróscopos eléctricos, uno de ellos con su eje coincidiendo con el de la esfera, y el del otro perpendicular al primero, y sosteniendo un mecanismo de relojería que hiciese girar á la esfera en la duración de un día sideral y en sentido contrario al aparente de la bóveda celeste. Si se colocasen los ejes de los giróscopos en las posiciones indicadas, y en el punto más alto de la esfera, bajo un índice vertical, el correspondiente al lugar de la observación; si no se trasladase el aparato, la esfera permanecería inmóvil, porque el movimiento de rotación del giróscopo de las longitudes se anularía con el del aparato de relojería, igual y de sentido contrario; pero si se llevase de un lugar á otro, el giróscopo de latitud haría variar la inclinación de su eje hasta que tuviese un ángulo igual á la latitud del nuevo lugar, y en el punto más alto quedaría uno del paralelo á que se hubiese trasladado el aparato; al mismo tiempo el de longitudes le haría girar alrededor de su eje un ángulo igual á la diferencia entre su movimiento de rotación (que representa la hora sideral local) y el del aparato de relojería (que marca la hora sideral del punto de partida). Esta diferencia es precisamente la que hay entre las longitudes de los dos puntos, y, por lo tanto, quedaría bajo el índice el punto representativo del nuevo lugar en que se estuviera (fig. 38).

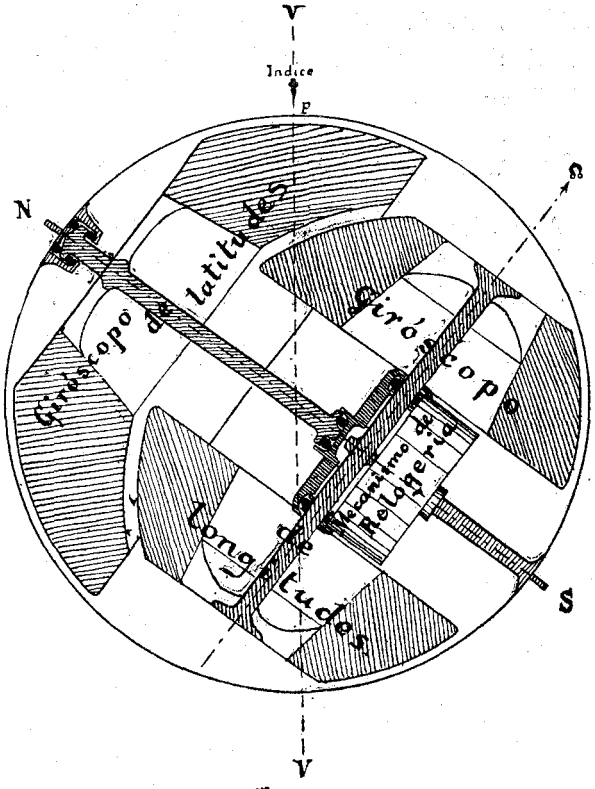


Fig. 38.

Este aparato se podría ir corrigiendo al pasar por puntos conocidos en el terreno, y hasta para mayor comodidad se podría dotar al índice vertical de un estilete gráfico que fuese marcando en la esfera la trayectoria del viaje.

Creemos que de las muchas aplicaciones del giróscopo, cuyo perfeccionamiento va siendo cada día mayor, no sería ésta de las menos interesantes por resolver de un modo automático y continuo un problema tan importante para la navegación aeronáutica, como es la determinación del punto.

Resumen de los procedimientos para determinar el punto.

A continuación insertamos un cuadro de los casos más probables que se pueden presentar, con los procedimientos preferibles para cada uno y los medios más convenientes para emplearlos.

CASOS MÁS PROBABLES				PROCEDIMIENTOS	MEDIOS DE EMPLEO
Tierra visible....	Terreno desconocido.....	La tierra no ha sido perdida de vista.....		Estima, inspección directa.....	Cartas de orientación. Compás de marcar. Aparato Rojas. Telémetro. Libro de faros.
		La tierra ha sido perdida de vista desde el último punto determinado.....		Topomancia, alturas sucesivas del Sol, simultáneas de dos astros, inspección directa.....	Repertorio topomántico. Cartas de orientación. Cuadrante de nivel. Cronómetro. Abaco ortográfico. Nautical Almanac. Libro de faros.
	Hay puntos conocidos visibles.....			Marcaciones.....	Compás de marcar. Goniómetro. Telémetro.
Tierra invisible..	Cielo despejado	De día.....	Luna invisible	Alturas sucesivas del Sol, alturas meridianas del Sol.....	Cuadrante de nivel. Cronómetro. Abaco ortográfico. Nautical Almanac.
			Luna visible..	Alturas simultáneas del Sol y la Luna	
		De noche..	Polar invisible	Alturas simultáneas de dos estrellas, alturas meridianas de un astro....	
			Polar visible..	Horario, ú hora sideral, y altura de la Polar.....	Goniómetro polar. Cuadrante de nivel. Cronómetro. Abaco de correcciones.
	Cielo cubierto.....	Sobre nubes..		Magnético.....	Brújula de inclinación. Cartas magnéticas.
				Mecánico.....	Giróscopo.
		Sobre el mar..		Estima.....	Compás de marcar. Corredera automática. Potasio.

SEGUNDA PARTE

Determinación de la derrota.

El 2.º problema que la navegación aeronáutica ha de resolver, ó sea determinar la derrota más conveniente para transportar una nave aérea de un punto á otro del globo, está íntimamente ligado con el de conocer los movimientos probables de la masa aérea en que se ha de efectuar el viaje y los accidentes favorables ó desfavorables que se desarrollarán en ella durante el trayecto.

Aunque las ciencias meteorológicas no han alcanzado hasta el presente el grado de perfeccionamiento suficiente para permitir resolver este problema con completa exactitud, los trabajos de exploración de las distintas capas atmosféricas, que se vienen realizando desde hace algunos años en todos los países civilizados por medio de observatorios y lanzamientos de globos sondas y pilotos, han dado resultados valiosísimos para el desarrollo de la Aerología, siendo posible en la actualidad averiguar antes de emprender el viaje el régimen meteorológico que reinará en la región que se trata de recorrer durante el tiempo que se emplee en el trayecto, si no en condiciones de seguridad, por lo menos con una gran probabilidad de acierto.

Antes de entrar en la resolución del problema de determinar la derrota, estudiaremos ligeramente las principales bases de la Aerología en las que se fundan las reglas generales de predicción del tiempo, en la parte que más afecta á la Navegación aeronáutica. Dividiremos este estudio en tres partes:

1.ª Del viento.
2.ª Nebulosidad, lluvia, nieve y electricidad atmósferica,
3.ª Bases para la predicción del tiempo.

Del viento.

Se ha convenido en llamar viento al aire en movimiento, movimiento

siempre producido por un desequilibrio atmosférico. Este desequilibrio puede ser originado, directa ó indirectamente, por tres causas principales, que son: el calor solar, la atracción lunar y el calor telúrico, y según la causa á que obedezcan, se han clasificado por el meteorólogo norteamericano Mr. Morris Davis del modo siguiente:

CLASIFICACIÓN DE LOS VIENTOS

ORIGEN DE ENERGÍA	LUGAR DE ACCIÓN	PERÍODO	NOMBRE DE LOS VIENTOS
Calor solar..	Ecuador y polos.....	Permanente...	Planetarios.
	Ecuador térmico y polos.	Anual.....	Terrestres.
	Continentes y occéanos..	Anual.....	Continentales.
	Tierra y mar.....	Diurno.....	Brisas de mar y tierra.
	Valles y montañas.....	Diurno.....	Brisas de valle y montaña.
	Local ó indirecto.....	Irregular.....	Ciclónicos.
	Luz y sombra.....	Irregular.....	De eclipse.
	Indirecto.....	Accidental....	De avalancha.
Atracción lunar.....	Mareas.....	Dos veces por día lunar...	Brisas de marea.
Calor telúrico.....	Erupciones volcánicas...	Irregular.....	Volcánicos.

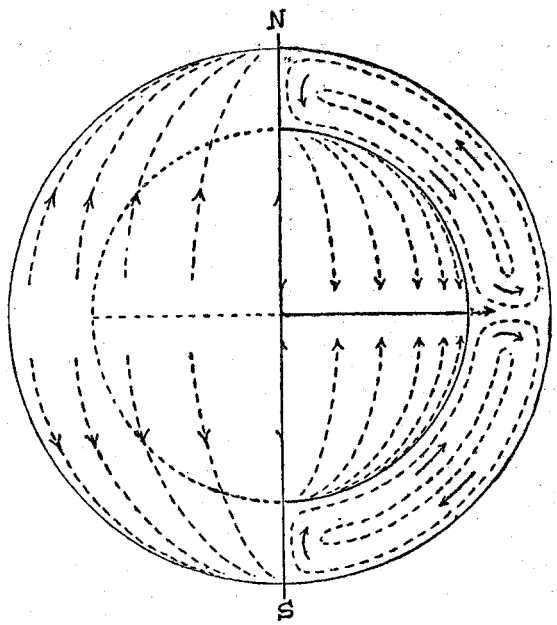
Sucesivamente estudiaremos cada una de estas clases de vientos, y después las modificaciones que sufren en su velocidad ó dirección por el rozamiento con la superficie terrestre ó por el choque con los accidentes orográficos.

Vientos planetarios.—Si la Tierra fuese una esfera homogénea, fija, cuyo Ecuador estuviese calentado por el Sol y los polos permaneciesen á una temperatura más baja, las capas atmosféricas inferiores, calentadas por radiación del suelo en las proximidades del Ecuador, tomarían un movimiento conveccional ascendente, siendo sustituídas por las capas inferiores de las latitudes próximas más elevadas. Al llegar á las altas

regiones del aire (1) irían en dirección á los polos á llenar el vacío que dejaron las capas que las habían sustituído al originarse su movimiento conveccional ascendente, y repitiéndose indefinidamente estas translaciones se realizaría una circulación general de la atmósfera, ascendente en la región ecuatorial, descendente en los polos y en dirección de los meridianos en las latitudes intermedias, de Ecuador á polo en las capas superiores, y de polo á Ecuador en las inferiores.

En las circunstancias supuestas existiría una zona de bajas presiones, á lo largo del ecuador, y un máximo en cada polo; las líneas isobaras coincidirían con los paralelos, y los gradiantes barométricos tendrían las direcciones de los meridianos (figuras 1 y 2).

Fig. 1



El movimiento de rotación de la Tierra complica esta circulación general de la atmósfera, pues el viento, al ir del ecuador á los polos en las capas superiores, no sigue la dirección del gradiante ó sea de los meridianos, sino que, por efecto del movimiento de rotación de que está animado, se desvía á la derecha en el hemisferio Norte y á la izquierda en el austral, siendo esta desviación tanto mayor cuanto más alta sea la latitud y menor el rozamiento (ley de Buys-Ballot).

Al llegar á una cierta latitud próxima al polo, la desviación sería tal que la dirección del viento llegue á ser perpendicular al gradiante ó sea W-E., sumándose su velocidad á la de rotación de la Tierra. En estas

(1) Las altas regiones de la atmósfera donde cesa el movimiento ascendente debido á la convección, no constituyen el límite extremo del aire, sino que están determinadas por una altura tal que, al llegar á ellas el aire caliente elevado de las regiones inferiores, pierde su fuerza ascensional por el enfriamiento de la expansión adiabática que sufre en su subida, y, por lo tanto, se equilibra verticalmente

condiciones, la acción de la fuerza centrífuga que se desarrollaría en la masa de aire anularía la condensación debida al enfriamiento por las bajas temperaturas de las regiones polares, y el máximo de presiones que debía existir en cada polo sería sustituído por un mínimo que atraería el viento de las capas inferiores hasta una cierta latitud donde se equilibrarían las atracciones de las bajas presiones del polo y del Ecuador. En esta latitud se formaría una zona de altas presiones en las que el viento sería descendente, repartiéndose al llegar á las capas inferiores en dos direcciones: una al polo, y otra al Ecuador, inclinándose ambas á la derecha del gradiante (conforme á la ley de Buys-Ballot), en el hemisferio boreal, y á la izquierda en el austral.

Fig. 2.

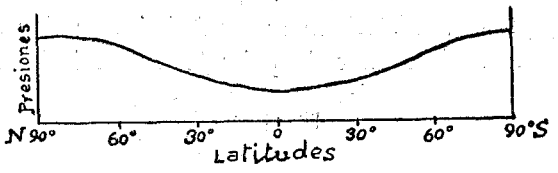
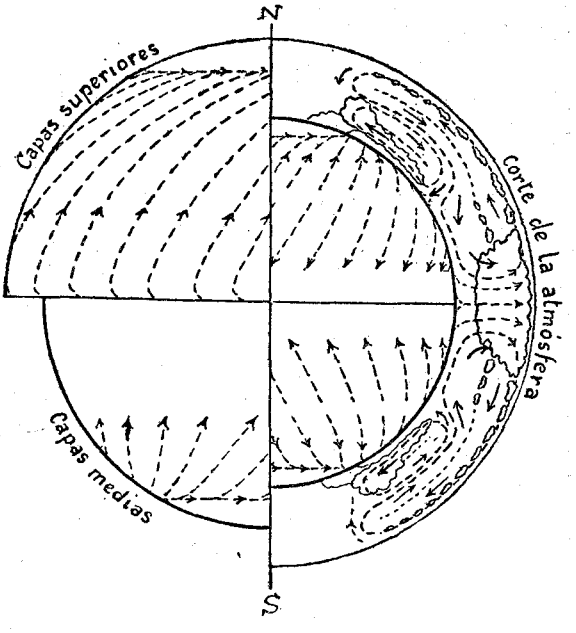


Fig. 3

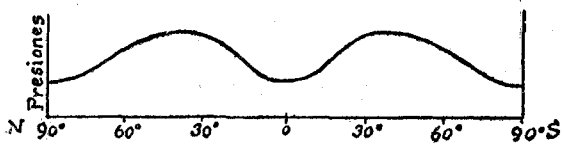


El viento que afluye hacia el polo por las capas inferiores sufre una desviación análoga al de las altas regiones, llegando á tomar también una dirección WE. que le produce un aumento

con las capas de aire que le rodean. La masa de aire situada por encima de esta altura no sufre desequilibrios térmicos por no poder calentarse por conveccion y, probablemente, no tendrá otros movimientos que los que por rozamiento les comuniquen los contra-alisios y los debidos á las mareas atmosféricas que deben producirse en ella, aunque este fenómeno no ha podido ser comprobado. La parte de la atmósfera, hasta la altura donde alcanza la acción de la convección, ha sido llamada por Mr. Teisserenc de Bort *troposfera*, y *estratosfera* la restante.

en la fuerza centrífuga y la dilatación consiguiente, cuyas dos causas originan en él un movimiento ascensional y una desviación hacia la zona de altas presiones, adonde llega juntamente con el de las altas regiones, cerrándose así el movimiento circulatorio (fig. 3).

Fig. 4.



Por lo tanto, en la superficie de la Tierra (siempre supuesta homogénea y esférica), resultarían: tres zonas de bajas presiones, situadas en el Ecuador y ambos polos, y dos altas presiones en latitudes intermedias simétricas con el Ecuador. Las isobaras coincidirían también con los paralelos y los gradiantes con los meridianos, aunque cambiando de signo en el paralelo de las máximas presiones (fig. 4).

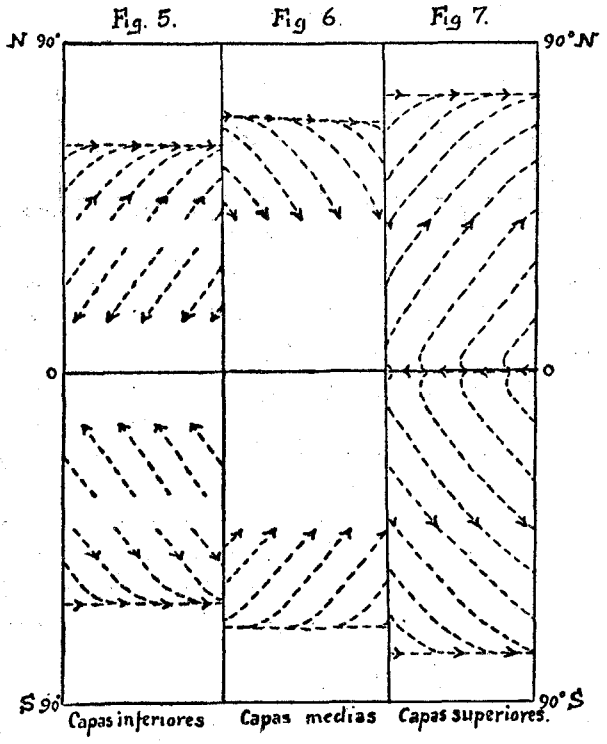
En las capas bajas de la atmósfera habría cinco zonas de calmas; de ellas, tres con corriente ascendente (ecuatorial y polares), y dos con corriente descendente en las zonas de altas presiones (tropicales). Entre el Ecuador y la zona de calmas tropicales de cada hemisferio habría vientos del NE. en el boreal, y del SE. en el austral (alisios del NE. ó del SE.), y entre esta zona y el polo respectivo, vientos del SW. y del NW. (alisios del SW. ó del NW.), también según el hemisferio que se considere (fig. 5.).

En las capas intermedias las zonas de calmas estarían en los polos y alrededor del Ecuador, desde la zona Norte de altas presiones, hasta la del hemisferio Sur; esta gran zona de calmas, ó más bien divisoria de vientos contrarios, estaría atravesada por una corriente ascendente en el Ecuador y dos descendentes en los paralelos extremos. Entre esta zona y las de calmas polares habría otras dos de vientos NW. y SW., respectivamente, en los hemisferios Norte y Sur (vientos de retorno), figura 6.

Por último, en las altas regiones de la atmósfera, solamente habría dos zonas de calmas polares con corriente descendente. En el Ecuador el viento ascendente, al llegar á las altas regiones tendría un lento movimiento del E. debido á que, conservando la velocidad tangencial de rotación de la Tierra, habría aumentado de radio y disminuído, por lo tanto, de velocidad angular, lo que le haría aparecer girando en sentido contrario (1). Esta dirección E. se cambiaría en SE. y NE., después en S. y N., y

(1) Este viento del *E* de las altas regiones ecuatoriales, que citamos por tenerlo en cuenta varios autores, en nuestra opinión ha de ser tan sumamente lento que

por último en SW. y NW. (contra-alisios), inclinándose tanto más al W. cuanto mayor fuera la latitud, hasta ser completamente W. al llegar á la zona de las calmas polares (fig. 7).



Los vientos que forman esta circulación general son los que reciben el nombre de planetarios, y su existencia está comprobada en la atmósfera terrestre aunque con las perturbaciones debidas á las causas que estudiaremos á continuación.

Vientos terrestres.—En la anterior hipótesis hemos supuesto que la parte de la Tierra más calentada por el Sol era el ecuador, ó sea que el ecuador geográfico coincida con el ecuador térmico. Esto sucedería (siempre en la hipótesis de homogeneidad de la Tierra) si el eje de rotación fuese perpendicular al plano de la órbita; pero sabemos que esto no es así, y que, debido á la inclinación del eje de la Tierra con la eclíptica, el máximum de calor solar recorrería dos veces en el espacio de un año una cierta zona simétrica con el ecuador, cuya anchura depende, no sólo de la inclinación del eje terrestre respecto á la eclíptica, sino del

---

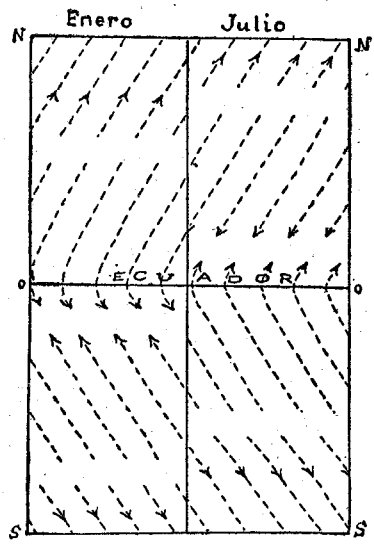
se puede considerar su acción como despreciable, con relación á la velocidad que alcanzarán los contra-alisios. En efecto; siendo r el radio ecuatorial de la Tierra, h la altura á que haya llegado el movimiento ascendente del aire y v la velocidad del viento del E á esta altura, tendremos:

$$v = \frac{2\,\pi\,(r + h)}{24} - \frac{2\,\pi\,r}{24} = \frac{\pi}{12}\,h = 0{,}2618\,h$$

ó sea 2618 ms., por hora, para 10.000 ms. de elevación.

poder absorbente y emisivo de la superficie terrestre. Esto produciría el efecto de desplazar el ecuador térmico hacia el Norte hasta una cierta latitud N., durante los meses de Abril, Mayo y Junio, hacerle retroceder al Sur hacia la misma latitud en el hemisferio austral durante los seis meses siguientes y volver á moverse hacia el Norte para llegar en Marzo siguiente á coincidir con el ecuador geográfico.

Fig 8.



Simultáneamente con este movimiento del ecuador térmico, la temperatura de cada polo se elevaría ó disminuiría según que aquél se acercase ó se alejase. Veamos que influencia tienen estos fenómenos en la circulación general de la atmósfera.

Al desplazarse el Ecuador térmico arrastra con él la zona de calmas ecuatoriales, que alternativamente se encontraría en uno ú otro hemisferio; al mismo tiempo, en el hemisferio cuyo polo tenga más baja temperatura, el desequilibrio será mayor, los contra-alisios y vientos de retorno más rápidos y la zona de calmas tropicales se alejará del polo, é inversamente en el otro hemisferio, por lo tanto las zonas de calmas ecuatoriales y tropicales se moverán al Norte ó al Sur simultáneamente, y con ellas las zonas de vientos alisios que comprenden. Esto da por resultado que los puntos próximos á las zonas de calmas tropicales y ecuatoriales tendrán alternativamente cada medio año vientos alisios de sentidos contrarios, según el lado en que se encuentren, con relación á la zona de calmas que separa á estos vientos (fig. 8).

Estos vientos planetarios, perturbados por la emigración alternativa del sistema, debida á la inclinación del eje de la Tierra, son los que han recibido el nombre de terrestres.

Vientos continentales.—Lo que acaba de decirse se refiere á la circulación general de la atmósfera en el caso de que la superficie terrestre fuese homogénea, pero la irregular repartición de tierra y mar introduce nuevas perturbaciones en las corrientes aéreas que vamos á estudiar en lo que sigue.

Los continentes hasta una latitud de 45° N. ó S. tienen una temperatura media anual mayor que el mar, lo que hace que el Ecuador térmi-

co terrestre esté situado casi continuamente en el hemisferio boreal, por ser en este mayor la relación de superficie de tierra á la de mar que en el austral. Esto origina que la zona de calmas ecuatoriales esté siempre situada algo más al Norte de como resultaría en el caso de superficie homogénea.

En verano, los continentes, por su mayor temperatura respecto á los mares, están cubiertos por áreas de bajas presiones que, si no existieran otras causas de desequilibrio atmosférico, originarían vientos de régimen ciclónico de mar á tierra, desviándose á la derecha en el hemisferio boreal y á la izquierda en el austral, y formando con el gradiante barométrico un ángulo de deflexión proporcional directamente á la latitud é in-

Fig. 9.

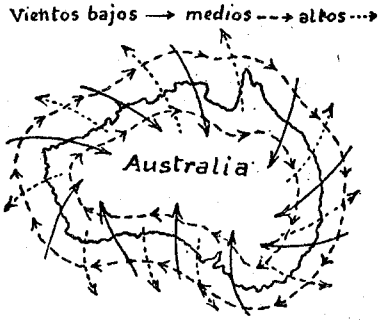
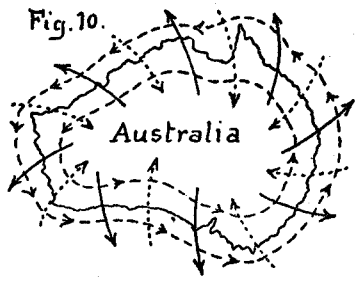


Fig. 10.



versamente al rozamiento con la superficie, según las leyes de Buys-Ballot. En las capas medias, la dirección sería aproximadamente paralela á las isobaras ó sea á la costa, y en las altas regiones iría el viento de tierra á mar, desviándose en el sentido dicho anteriormente. Además, el viento calentado por radiación al pasar sobre el continente, tomaría un movimiento ascensional producido por la convección, hasta llegar á las capas superiores donde el enfriamiento de la expansión anule la fuerza ascensional (figura 9).

Durante el invierno, la temperatura de los continentes es menor que la de los mares, las bajas presiones residen ahora en estos y el viento producido tendrá el carácter de anticiclónico, será descendente sobre los continentes y se dirigirá de ellos al mar, formando con el gradiante un ángulo de deflexión según la ley ya citada (fig. 10).

Estos vientos continentales serán tanto más veloces y su acción alcanzará á mayor altura, cuanto mayor sea la diferencia entre las temperaturas del mar y la tierra, y esta diferencia es máxima en la zona tórrida. Por lo tanto, en las proximidades de las costas en esta región se formarían vientos continentales que variarían de sentido cada seis meses,

análogamente á los terrestres de las próximidades á las zonas de calmas ecuatoriales y tropicales.

La acción combinada de los vientos continentales y terrestres da diversos resultados según sus direcciones é intensidades, produciendo los

Fig. 11 Enero

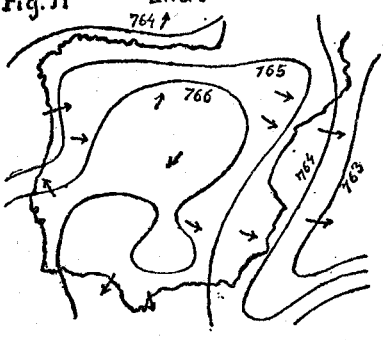
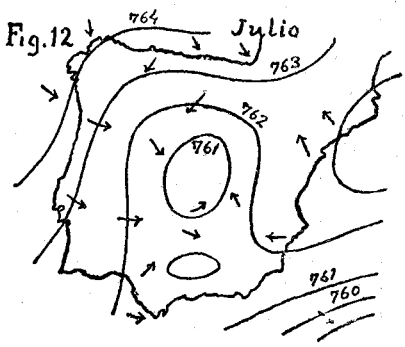


Fig. 12 Julio



llamados vientos generales, que son los resultantes de los dos anteriores.

En la zona tórrida y en algunas regiones determinadas se suman los efectos de los vientos terrestres y de los continentales, dando lugar á los vientos periódicos de gran regularidad é intensidad que se llaman monzones, cuyas direcciones cambian cada seis meses.

En las zonas templadas predominan generalmente los alisios, aunque modificadas sus direcciones periódicamente por los continentales, siendo estas modificaciones menos sensibles en las capas elevadas. En las figuras 11 y 12 están indicadas las deformaciones que introducen los vientos continentales en las isobaras medias de nuestra Península. En cambio, en las proximidades del polo boreal, en que durante todo el año la temperatura es notablemente inferior que la de los continentes que le rodean, se producen vientos de carácter anticiclónico del NE., que anulan la acción de los alisios del SW. en parte de la zona glacial ártica, aunque su acción no se extiende á las capas superiores de la atmósfera (fig. 13)

Fig. 13.

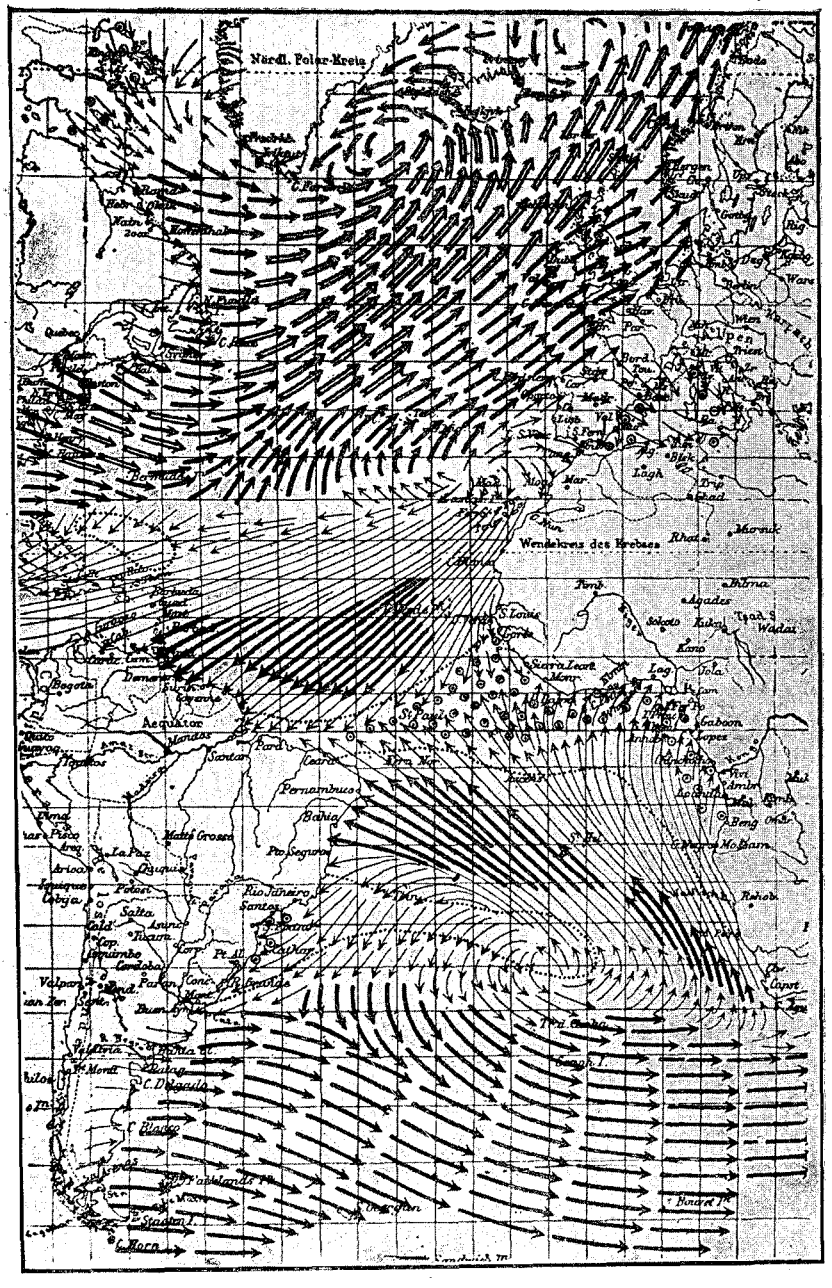

Nördl. Polar-Kreis
Wendekreis des Krebses
Aequator
Mendas
Pará
Pernambuco
Bahia
Mato Grosso
Rio Janeiro
Santos
Bogota
Quito
Lima
La Paz
Salta
Valparaiso
Buenos Ayres
C. Blanco
Stanley
Alpen
Rhein
Donau
Elbe
Weser
Wolga
Nil
Tschad
Kongo
Gabon
Niger
Senegal
Sahara
Sudan
Mozambique
Madagascar
Indien
Ceylon
Borneo
Java
Sumatra
Australien
Neuseeland
Tasmanien
Kap der Guten Hoffnung
Kap Horn

Fig. 14.

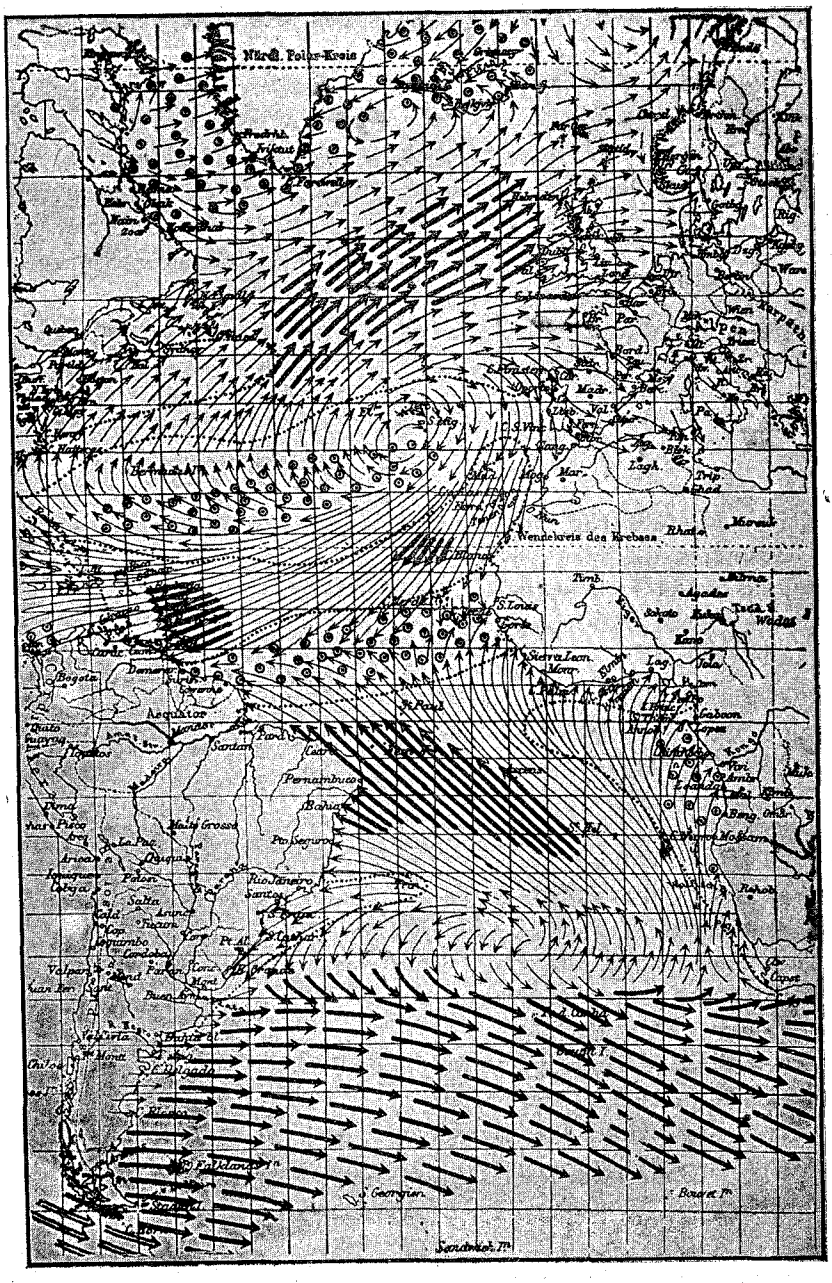
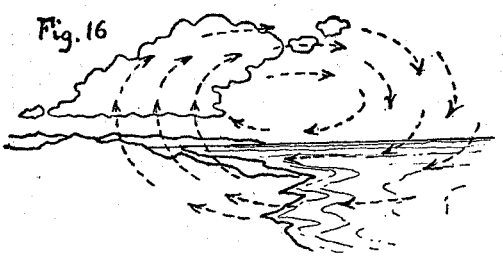

Nördl. Polar-Kreis
Wendekreis des Krebses
Bogota
Quito
Equador
Pernambuco
Bahia
Rio Janeiro
Santos
Mato Grosso
Rio Segundo
Lima
Arica
Salta
Tucuman
Valparaiso
Buenos Aires
Falkland
S. Georgien
Sandwich Ins.
Bouvet Ins.
Sierra Leon
Gabon
Kano
Tomb.
Algier
Tripol
Bhadda
Mosul
Mekka
Wadai
Bouvet I.

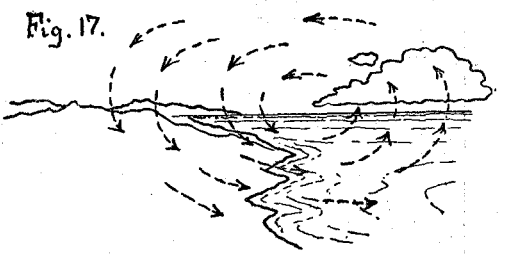
Fig. 15.

En el polo austral no se ha observado este fenómeno, lo cual se explica, porque no habiendo continentes en sus inmediaciones, el gradiante térmico es menor que en el boreal.

Por efecto de las bajas presiones continentales del verano, las zonas de altas presiones tropicales quedan interrumpidas al llegar á los continentes y reducidas á áreas anticiclónicas situadas en el Occéano, que, al disminuir de extensión aumentan en presión barométrica, ocurriendo lo mismo en el invierno respecto á las bajas presiones del Occéano.



En las figuras 14 y 15 (tomadas de las cartas del Observatorio Naval Alemán «Deutsche Seevarte» de Hamburgo) están indicados los vientos generales del Atlántico en Enero y Julio, siendo la longitud de las flechas proporcional á la constancia del viento correspondiente y el espesor á la intensidad; las calmas están representadas por círculos y los límites de las zonas tropicales y ecuatoriales por curvas de puntos.



Brisas de mar y tierra. —El mismo efecto de desequilibrio térmico entre la tierra y el mar que hemos estudiado para el verano é invierno, se reproduce, aunque con menos intensidad, en las proximidades de las costas durante el día y la noche.

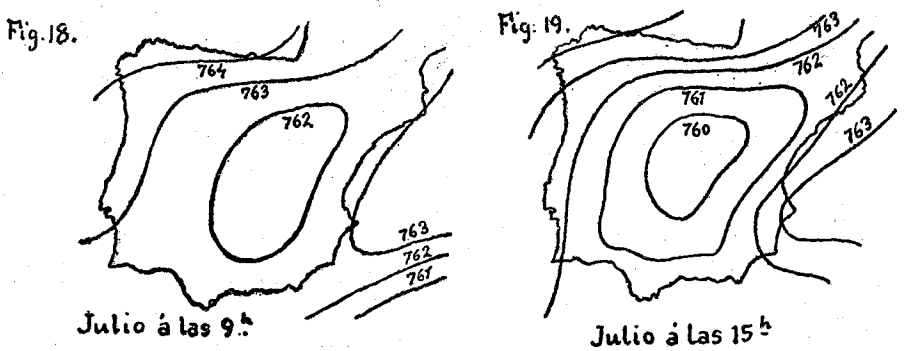
Cuando el sol está está sobre el horizonte, la temperatura de la tierra aumenta más rápidamente que la del agua, produciéndose una dilatación de las capas aéreas inmediatas á la tierra, que en los primeros momentos se verifica en todos sentidos, notándose, por lo tanto, en la costa un débil viento hacia el mar.

Cuando el calentamiento es suficiente para producir el desequilibrio vertical y elevación, por consiguiente, del aire calentado, el aire frío del mar viene á ocupar el espacio que aquél tenía antes, naciendo de este modo la brisa de mar y estableciéndose una circulación del aire inmediato á la costa, de mar á tierra por abajo, movimiento ascendente sobre la tierra, de tierra á mar al llegar á una cierta altura y movimiento descendente sobre el mar (fig. 16).

Durante la noche, el enfriamiento de la tierra, mayor que el del agua, hace reproducir estos fenómenos en sentido inverso, dándose origen á las brisas de tierra (fig. 17).

El máximum de intensidad de estas brisas tiene lugar á las horas de la máxima diferencia de temperatúra entre el mar y la tierra, ó sea por la madrugada la brisa de tierra, y en las primeras horas de la tarde la de mar.

Estos desequilibrios térmicos diarios hacen modificar la forma de las



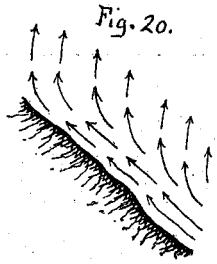
isobaras, especialmente en las costas, y, por lo tanto, tienen su mayor influencia en las islas y penínsulas. En las figuras 18 y 19 se ven las deformaciones de las isobaras de Julio de nuestra Península por el influjo de esta causa. Se nota que á las nueve el gradiante barométrico es más débil que el medio (fig. 12), porque el enfriamiento nocturno de la tierra ha anulado en parte al calentamiento estival. En cambio, á las quince, los calentamientos diurno y estival se suman y hacen que la depresión de la Península sea mayor que la media y que el grandiante barométrico sea más fuerte.

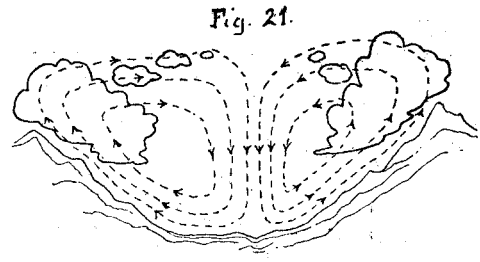
Debido á la corta duración del fenómeno, que no da tiempo para un mayor desarrollo, la acción de la brisa sólo se extiende á unos 40 ó 50 kilómetros tierra adentro, y algo menos en el mar, y su altura no excede de unos 200 metros, notándose á alturas superiores, hasta el doble, la brisa contraria. Sin embargo, en algunos casos se ha notado el influjo de la brisa hasta 800 metros de altura.

La dirección de estos vientos comienza siguiendo la del gradiante; pero á medida que la brisa se va extendiendo, se hace notar la deflexión producida por la rotación terrestre y la brisa se va rolando á la derecha en el hemisferio Norte, y á la izquierda en el Sur.

Brisas de valle y montaña.—Durante el día, las capas de aire com-

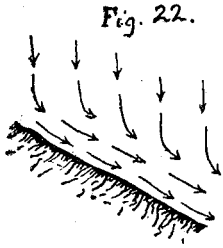
prendidas dentro de un valle, al calentarse por radiación del calor del suelo, se dilatan rompiéndose el equilibrio vertical y originándose un movimiento ascendente de las capas más próximas al suelo, que son sustituídas por otras que descienden á llenar el vacío que aquéllas dejaron (fig. 20). De este modo se produce un movimiento circulatorio ascen-

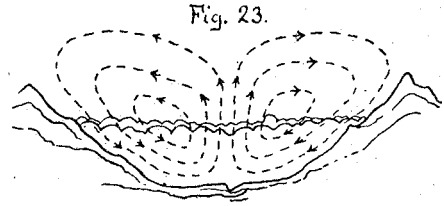




dente á lo largo de las laderas del valle, y descendente en el centro de él, que influirá á mayor ó menor altura, según el calentamiento del suelo, con relación á la temperatura del aire y según la inclinación del terreno de las laderas (fig. 21).

Durante la noche, el enfriamiento del suelo, que es superior al del aire, produce el mismo fenómeno, pero en sentido inverso (fig. 22), ori-





ginándose un movimiento circulatorio descendente á lo largo de las laderas, y ascendente en el fondo del valle (fig. 23).

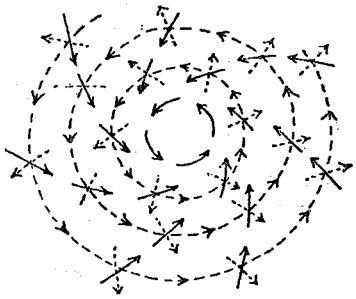
Tanto estas brisas como las de mar y tierra combinadas con los vientos generales modifican sus intensidades y direcciones periódicamente cada día, produciendo en algunos casos vientos violentos y hasta tormentas periódicas cuando sus efectos se suman y sus intensidades son suficientes para producir estos fenómenos.

Vientos ciclónicos.—Con este nombre comprenderemos los vientos aperiódicos animados de movimiento de rotación alrededor de un eje aproximadamente vertical que, á su vez, se desplaza recorriendo una cierta trayectoria. Los dividiremos para su estudio en: ciclones inter-

tropicales, ciclones extratropicales, anticiclones, tormentas, tornados y torbellinos.

Ciclones intertropicales.—La región de las calmas ecuatoriales, cuya temperatura es notablemente más alta que la de las regiones que la rodean, no solamente por la acción más directa de los rayos solares, sino por la ausencia de vientos en ella, puede tener partes en que, por causas locales, se eleve la temperatura del aire más que en el resto de la misma zona, y la corriente ascendente conveccional de ella sea más enérgica que la de las partes que la rodean. Si esta región caliente se encuentra sobre el ecuador geográfico, ó á corta distancia de él, el viento afluirá directamente á ella (por ser nulo en este caso el ángulo de deflexión), la enfriará por radiación y hará desaparecer el desequilibrio térmico, y, por lo tanto, barométrico, que se había originado.

Fig. 24.



Si por el contrario esta región caliente se encuentra fuera del ecuador geográfico, al formarse la depresión barométrica debida al movimiento ascendente del aire que afluya atraído por esta depresión formará éste con el gradiante un ángulo de deflexión proporcional directamente á la latitud é inversamente al rozamiento, como hemos visto antes, y que además estará aumentado por la fuerza centrífuga que desarrollará el movimiento de rotación resultante alrededor del centro de la depresión.

El aire, por lo tanto, se acercará á este centro por las capas inferiores con movimiento de espiral, que sucesivamente se irá transformando en helizoidal ascendente hasta llegar á una cierta altura en que se alejará del centro, también en espiral, descendiendo después en forma análoga á la subida. El aire de las capas intermedias toma un movimiento giratorio alrededor del centro de la depresión, y el sentido de toda esta rotación será el de las agujas de un reloj en el hemisferio austral, y el contrario en el boreal (fig. 24).

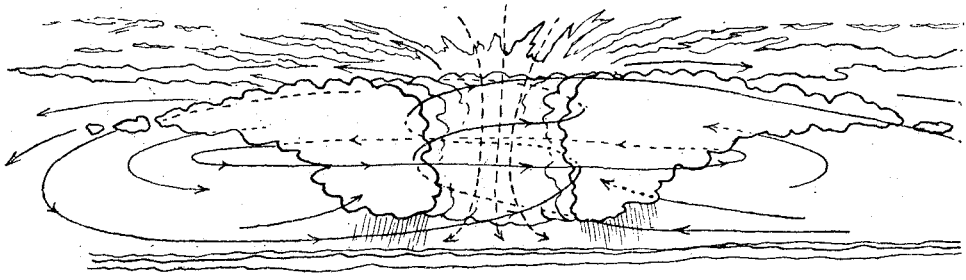
En las capas inferiores el movimiento en espiral es muy regular, aunque el ángulo de deflexión es algo menor en la parte delantera de la depresión, en cambio en las capas superiores no es tan característico, porque el sentido de su rotación, debido únicamente á la inercia, es contrario á ley de Buys-Ballot. Al aproximarse el aire al centro, la fuerza centrífuga aumentará con la disminución del radio de giro, de tal modo que llegará á una cierta distancia, á ser tal que le obligue á moverse

perpendicularmente al radio, quedando toda la parte interior en calma y á una presión menor que la inicial. Como no puede llenarse esta depresión por el aire de alrededor, porque á ello se opone la fuerza centrífuga, se formará en ella una corriente descendente, que compensará el vacío que dejaran las moléculas de aire que, arrastradas por la rotación de las de su alrededor, huyen en virtud de la citada fuerza.

Alrededor del ciclón y en las capas bajas, el viento descendente formará un anillo de altas presiones ó anticiclónico, y en las capas medias el viento tendrá un movimiento de rotación paralelamente á las isobaras (fig. 25).

Si el viento que afluye á la depresión llega cargado de vapor de agua, al sufrir la expansión del movimiento ascendente y condensarse este vapor, todo el calor de vaporización almacenado dejará de estar la-

Fig. 25.



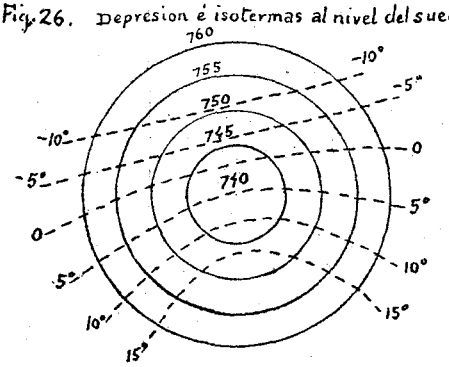
tente y aumentando la temperatura de la masa de aire, contribuirá también á su desequilibrio y á la persistencia del movimiento giratorio, que constituye lo que se llama un ciclón intertropical, ó simplemente tropical.

Si la región atmosférica en donde se forma el ciclón estuviese en calma absoluta, y si el viento afluente de las distintas direcciones llegase con igual grado de humedad y temperatura, el ciclón no variaría de sitio y permanecería siempre sobre la región origen del desequilibrio; pero si la atmósfera se encontrase en movimiento, la parte de la depresión atacada por el viento se llenaría más rápidamente que la opuesta y la depresión, y con ella el ciclón se iría trasladando en el mismo sentido que el viento reinante. Además, si el viento de una cierta dirección llegase más húmedo que el de las demás, la depresión se aumentaría por el lado por donde llegara aquél, que sería donde el calor

latente de vaporización desarrollado sería el máximo y tendería á moverse en este sentido.

Si la temperatura del suelo no fuese uniforme, sabemos por la fórmula de Laplace que las diferencias de presiones entre dos capas atmosféricas de distinta altura es tanto mayor cuanto menor sea la temperatura media del aire que haya entre ellas, y por lo tanto, las isobaras de las distintas capas horizontales se deformarían con la altura en la forma que indican las figuras 26, 27 y 28, haciendo que el eje del ciclón se incline hacia las bajas temperaturas y que el viento alto tenga una dirección paralela aproximadamente á las líneas isotermas. Esto daría por resultado que la depresión tomaría una tendencia á desplazarse en este mismo sentido dejando á su derecha las temperaturas más altas en nuestro hemisferio.

Fig. 26. Depresion é isotermas al nivel del suelo



Estos desplazamientos de las depresiones no llevan consigo el desplazamiento material de la masa de aire, porque entonces la dirección é intensidad del viento en cada parte sería resultante de la suya propia y

Fig. 27. A 3000 ms.

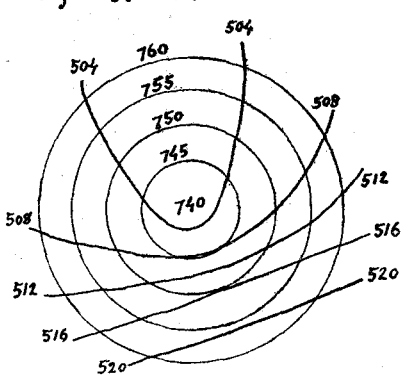
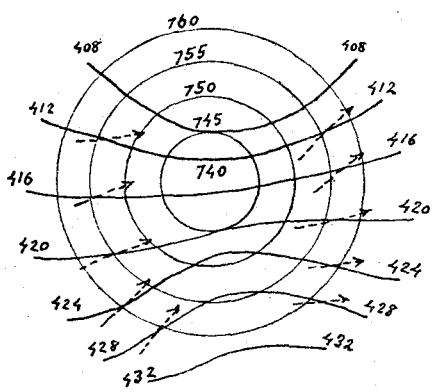


Fig. 28. A 4500 ms.



de la del movimiento de la depresión, lo que no se verifica, pues aunque algunas veces en el mar se ha notado diferencia de intensidades entre los vientos de los diferentes sectores de un ciclón, esto parece ser debido á la influencia de los vientos generales del sitio donde se desarrolle.

Las depresiones también tienen tendencia á girar en el sentido de las

agujas de un reloj en nuestro hemisferio, alrededor de las regiones de altas presiones, cuando el gradiante barométrico que las une con ella es más intenso que los demás radiales de la presión; por ésto, cuando en Europa encuentran un máximo pasan por el Norte de él y después inclinan su trayectoria al Sud-Este, aunque generalmente no concluyen la rotación iniciada y continúan después su marcha primitiva.

Si varias de estas causas de desplazamiento coexisten, la depresión sigue la resultante de todas ellas y su movimiento será tanto más determinado cuanto menos se opongan los efectos de estas causas.

En comprobación de todo lo anterior, se ha observado:

1.° Que los ciclones intertropicales se producen principalmente en el mar por estar más húmedo el aire.

2.° Que no existen en el Sur del Atlántico, porque la zona de calmas ecuatoriales en este mar no llega nunca al hemisferio Sur (efecto del desplazamiento hacia el Norte del Ecuador térmico en esta parte).

3.° Que la dirección de las trayectorias de estos ciclones es primeramente al W. hasta el Golfo de México, en donde, huyendo de la tierra, encurvan al N. su trayectoria y entran en la zona templada con dirección al NE. hasta las costas de Europa, donde desaparecen. Estos cambios de dirección son debidos á los vientos reinantes, á las direcciones de los que llegan cargados con mayor humedad y á la dirección del gradiante térmico en cada zona.

4.° Por las mismas causas, las direcciones de los ciclones del Pacífico del Sur son hacia el W. al principio, y después al S. y al SE.

5.° Que el número de los ciclones intertropicales es mayor en cada hemisferio durante su verano respectivo, por ser más elevada la latitud de la zona de calmas ecuatoriales en este tiempo.

6.° Que debido á la irregularidad de las costas y al gran número de Islas, las trayectorias de los ciclones del mar de la China (tifones) son muy irregulares.

Ciclones extratropicales.—Los ciclones que acabamos de estudiar, al entrar en la zona templada experimentan en su constitución algunos cambios debidos á las distintas condiciones térmicas y barométricas del nuevo medio donde se encuentran. Las principales modificaciones, además del cambio de dirección ya citado, son:

1.° Mayor irregularidad en la forma de las isobaras, que en lugar de afectar, figura circular como entre los trópicos, adoptan otras formas elípticas ó irregulares, generalmente presentando hacia el trópico el gradiante más rápido por estar hacia este sentido la zona de altas presiones.

2.° Ausencia del anillo anticiclónico que está sustituído por áreas de altas presiones de forma irregular.

3.° Ausencia ó gran debilitación de la corriente descendente central.

4.° El área central de las mínimas presiones es de mayor extensión, lo que se explica por ser mayor el ángulo de deflexión, y por lo tanto, el viento llegará á ser normal al gradiante á mayor distancia del centro.

5.° Las trayectorias son menos determinadas y constantes, porque los vientos generales son menos fijos y varían más con la altura, y por la mayor desigualdad en la repartición de las temperaturas en la superficie. Estas trayectorias al llegar á las costas siguen generalmente las líneas de mayor humedad compatibles con las direcciones que les impriman las demás influencias, y si el terreno es seco ó accidentado, se prolongan de un modo indeterminado retrocediendo á veces, y desaparecen pronto por disminuir el ángulo de deflexión con el rozamiento y la depresión con la falta de humedad.

Además de estos ciclones de origen intertropical que recorren las zonas templadas principalmente en verano, se producen en ellas otros que aunque no se diferencian en su constitución de los primeros, deben tener un origen distinto que no puede explicarse por un desequilibrio térmico.

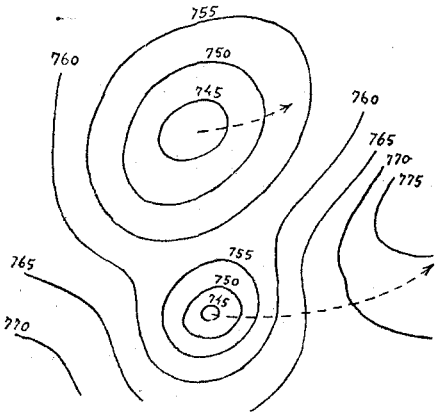
Estos ciclones nacen en la zona templada preferentemente en el invierno, y aunque no se ha encontrado una teoría que explique satisfactoriamente su formación, se cree como más probable que tengan su origen en las altas regiones de la atmósfera al encontrarse una capa fría superior con otra más caliente inferior, y establecerse el desequilibrio vertical y el consiguiente movimiento giratorio que continuará, una vez establecido, gracias á la energía almacenada por el vapor de agua que contienen las capas de aire donde se forma. Cuando este movimiento adquiere suficiente velocidad, su acción se extiende hasta la superficie de la tierra, y se presenta con los mismos caracteres que los que hemos estudiado.

Se explica por esta teoría que su formación sea más frecuente en invierno, puesto que en esta estación, como vimos antes, el desequilibrio atmosférico que origina los vientos terrestres de las diversas capas es mayor que en verano.

A veces dos ó más ciclones extratropicales se unen en su marcha y forman una depresión común de mayor profundidad; otras veces, por el contrario, una depresión se segmenta produciendo otra de menor extensión, pero de igual profundidad, que se mueve girando alrededor de la primitiva, en sentido contrario, al de las agujas de un reloj, en nuestro hemisferio (fig. 29). En estas depresiones satélites, el viento es por regla general más intenso que en la central, á causa de su menor extensión, y, por lo tanto, mayor intensidad del gradiante barométrico. La segmenta-

ción tiene lugar generalmente cuando una depresión encuentra en su marcha una región de altas presiones; entonces la depresión tiende á pasar entre el polo y las altas presiones, y la satélite que se forma pasa por el lado del Ecuador. Cuando la segmentación se verifica hacia el lado del polo, que es lo menos frecuente, la marcha de la satélite se detiene ó retrocede, y se destruye pronto.

Fig. 29



En la figura 30 están indicadas las principales trayectorias de los ciclones intertropicales y extratropicales, pudiéndose distinguir las de los primeros por la dirección al W. que toman en su origen; en la figura 31 se representan las trayectorias de los principales ciclones que atraviesan á Europa, sus anchuras son proporcionales á la frecuencia con que los ciclones las recorren. La velocidad media de traslación de las depresiones en Europa es de 7 á 8 metros por segundo, y próximamente el doble en la América del Norte.

Anticiclones.—Como se ha dicho antes, en las zonas templadas no existe el anillo anticiclónico que rodea á las depresiones intertropicales, sino que está sustituído por áreas de altas presiones que acompañan al movimiento de las depresiones. Si varias de éstas se mueven á la vez, el área de altas presiones comprendida entre ellas toma una forma más determinada y se convierte en un centro de altas presiones ó anticiclón (fig. 32), caracterizado por una corriente de aire descendente, giratorio en contrario sentido que el de los ciclones, y que refluye del centro á la periferia en las capas bajas, formando con el gradiante el ángulo de deflexión en la forma que ya conocemos. Estos anticiclones son frecuentes en los Estados Unidos, y generalmente están colocados entre dos depresiones, á las que acompañan en su movimiento.

Otros anticiclones se forman generalmente en invierno y en Europa, cuando dos corrientes aéreas de alguna constancia y de distinta dirección convergen á una misma región comprimiendo las capas inferiores y produciendo un reflujo rotativo de aire alrededor del centro de presión (fig. 33), y, por último, en invierno pueden originarse anticiclones de centro frío, que presentan caracteres contrarios á los ciclones de centro caliente, con viento giratorio afluente en espiral por las altas capas,

después descendente en hélice y luego refluente en espiral por la parte inferior (fig. 34). Algunas veces la acción de la fuerza centrífuga produce un mínimo relativo en el centro del anticiclón (fig. 35).

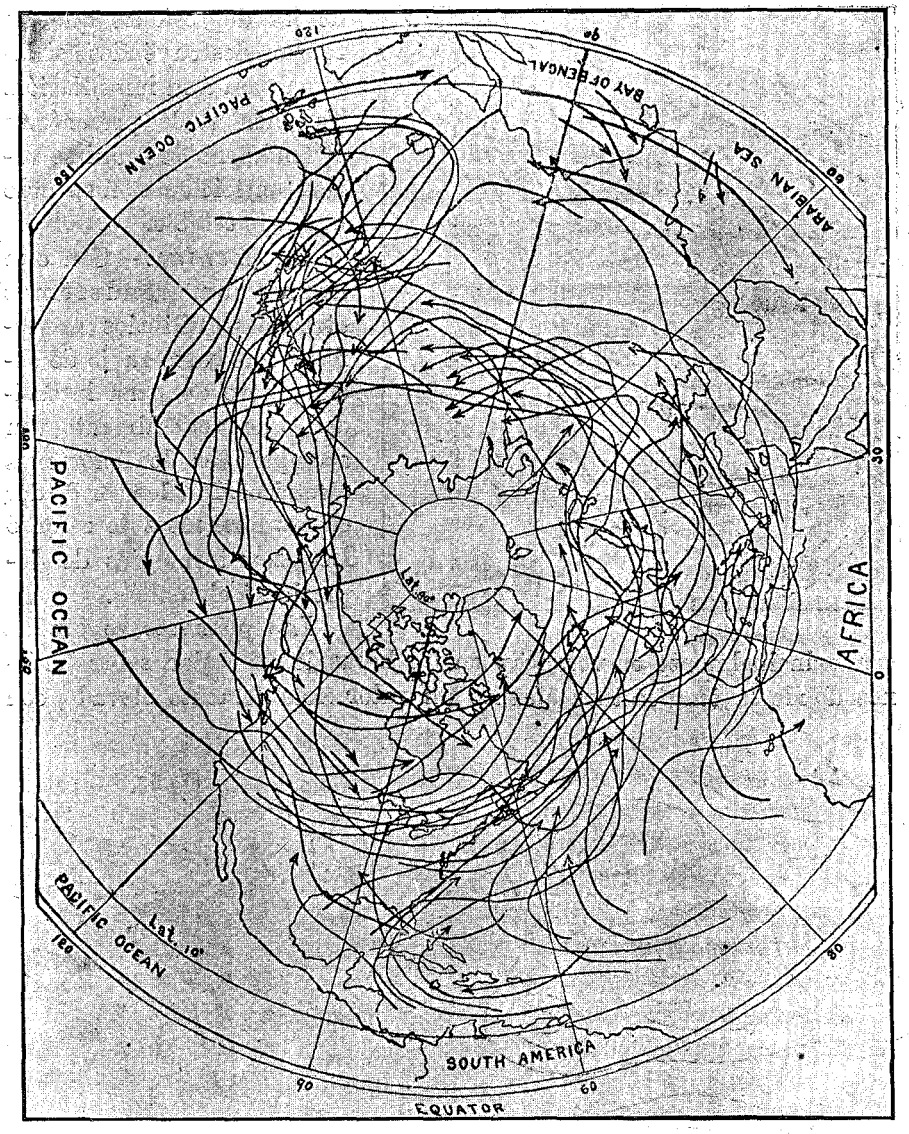
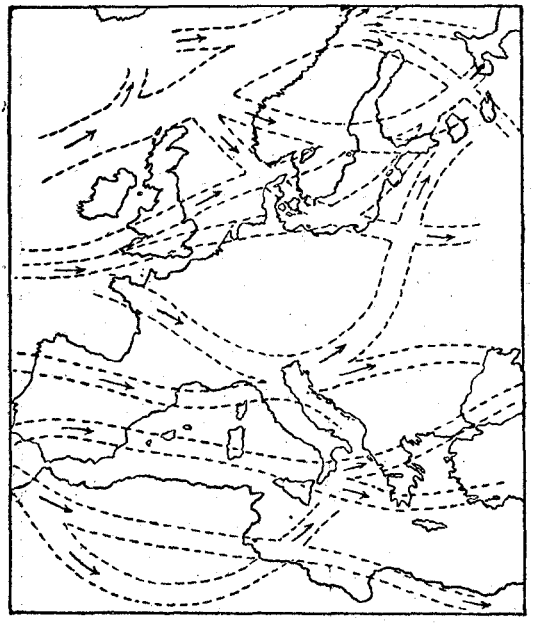


Fig. 30.

Estos anticiclones tienen escasa duración, porque teniendo en ellos el aire un movimiento descendente es raro contenga la humedad necesa-

ria para producir por su evaporación el incremento de desequilibrio térmico análogo, aunque contrario al que mantiene la existencia de los ciclones. Sus traslaciones son lentas y obedecen al influjo de las depresiones que les rodean, destruyéndose si alguna pasa á su inmediación. También suele presentarse el fenómeno de reunirse varios anticiclones formando uno más estable.

Fig. 31.



Tormentas.—Con este nombre comprenderemos otros desequilibrios atmosféricos de corto radio de acción, pero de gran intensidad, que generalmente van acompañados de fenómenos eléctricos. Pueden ser de dos clases: tormentas de calor ó locales y tormentas de depresión ó ciclónicas.

Las primeras se producen principalmente en verano y en las horas de más calor, sobre terrenos donde la temperatura alcance un valor notablemente elevado, con

Fig. 32.

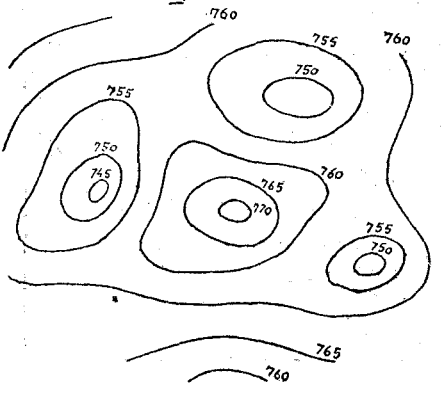
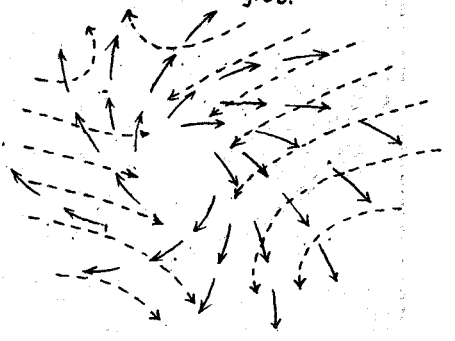


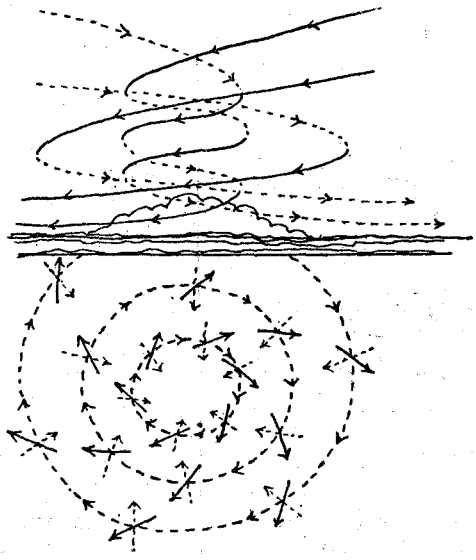
Fig. 33.



relación á la de las regiones que les rodean. Su formación es análoga á la de los ciclones térmicos, aunque su duración es mucho más corta, pues desaparecen generalmente con el decrecimiento de temperatura noc-

turna. Sin embargo, algunas llegan á durar varios días y recorren grandes extensiones arrastradas por los vientos reinantes locales. También pueden ser producidas por las corrientes ascendentes de las brisas de montaña y valle, como se dijo al tratar de estos vientos.

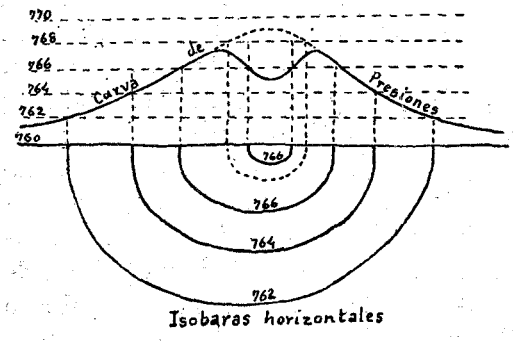
Fig. 34.



Estos fenómenos se producen, por lo tanto, en las islas tropicales y en las regiones montañosas de los continentes durante los meses de mayor calor; sin embargo, también se producen en los meses de invierno sobre el Océano durante la noche, y especialmente sobre el Gulf Stream, debiendo estas tormentas su origen al movimiento conveccional producido por la gran diferencia de temperatura que existe en esas condiciones entre el agua de la corriente del golfo, relativamente caliente, y las capas elevadas del aire.

Las tormentas de depresión son movimientos ciclónicos de mucha intensidad, aunque de poca extensión, que acompañan á las depresiones como las satélites, especialmente por el S. y SE. de ellas, que es la región en donde, por llegar el aire más caliente, el movimiento ascendente conveccional es más enérgico.

Fig. 35.



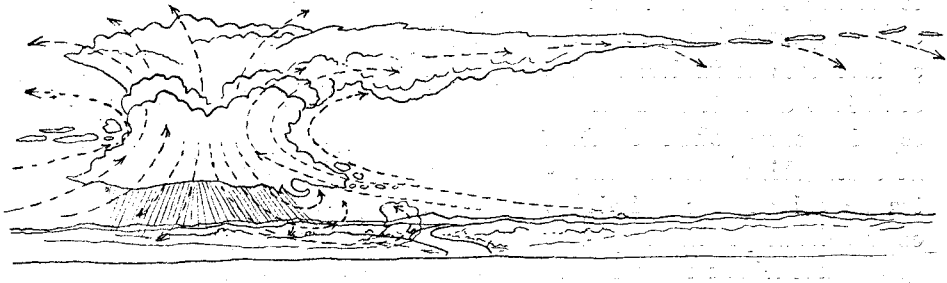
La velocidad de traslación de estas tormentas es á veces mayor que la de las depresiones que acompañan, y, por lo tanto, tienden á girar alrededor de ellas como las depresiones satélites, de quienes son un caso particular. Sus condiciones de propagación y sostenimiento son análogas á las de los ciclones, y sus trayectorias son más irregulares é indeterminadas que las de éstos.

La dirección de los vientos en las tormentas es análoga á la de los

ciclones, excepto en la parte central en que se produce un viento que refluye del vórtice á la periferia. Este es producido por la reacción de la columna ascendente central, á cuya causa se suma á veces el arrastre que efectúa en el aire la lluvia que se produce generalmente en esta parte (fig. 36).

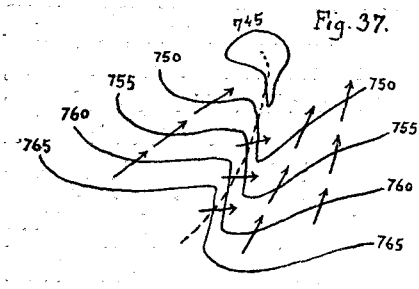
Las tormentas de depresión afectan algunas veces una forma especial que los franceses llaman *grain,* que podríamos traducir, aunque no exac-

Fig. 36



tamente, por *turbonada,* y que consiste en un cambio de dirección y aumento de intensidad del viento, que se efectúa simultánea y bruscamente en toda la longitud de una línea ó zona estrecha *(ruban de grain)* que, partiendo de la depresión principal se extiende en forma más ó menos sinuosa hacia el lado del Ecuador. Este golpe de viento dura algunos minutos, y después cesa continuando el régimen anterior á la turbonada (fig. 37).

Fig. 37.

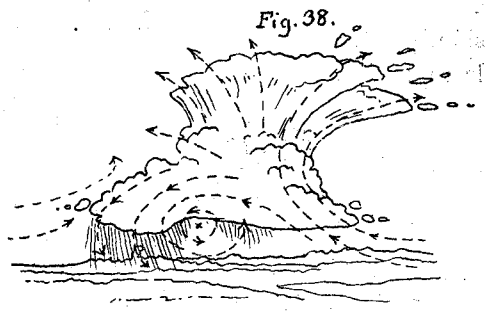


Las superficies isobaras presentan en este caso una inflexión brusca en forma de valle estrecho, que llega hasta el punto de mínima presión, y las curvas isobaras horizontales forman un zig-zag correlativo (isobaras en V) cuyos vértices están situados en la línea de la turbonada. Esta línea se mueve con la depresión, sin grandes deformaciones, durante varias horas, y algunas veces presenta cierta tendencia á girar alrededor de aquella en el mismo sentido que los satélites. También se ha dado el caso de presentar una misma depresión varias líneas radiales de turbonada.

La dirección del viento en los lados de la depresión radial sigue la regla general, pero dentro de ella es normal á las isobaras, lo que se explica por la corta duración de este viento que no le permite un desarrollo suficiente para tomar el ángulo de deflexión. Su violencia es debida á la

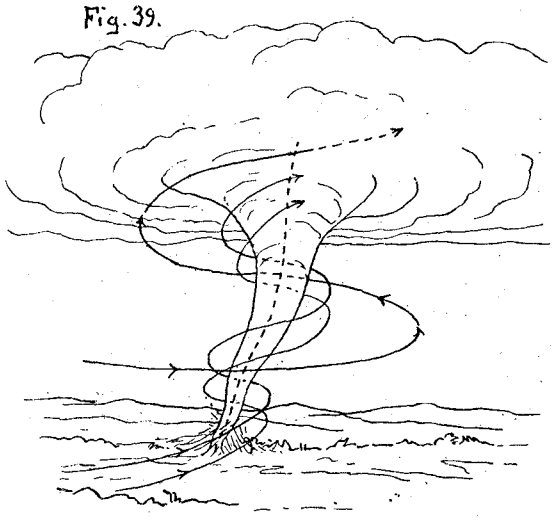
gran intensidad del gradiante barométrico, por estar muy próximas las isobaras dentro de la inflexión.

Otra anomalía de este viento es que mientras el que le rodea es ascendente, por ser de régimen ciclónico, el de la turbonada es descendente en las capas inferiores y tiene un movimiento de rotación alrededor de un eje horizontal que corresponde á la línea de la turbonada (fig. 38). En la unión del viento ascendente con el descendente de la turbonada, se forman remolinos que preceden generalmente á estos fenómenos.



El origen de estas tormentas radiales parece ser térmico, análogo á las de calor, pues por regla general se forman en las mismas condiciones y á las mismas horas que éstas, aunque después se desplazan acompañando á la depresión principal.

Tornados.—Estos fenómenos, llamados también trombas, son torbellinos de gran violencia, de eje aproximadamente vertical ó algo inclinado hacia delante por arriba, que se forman algunas veces en las bases de los cúmulos tempestuosos, cuando existen en ellos grandes diferencias de temperatura, humedad y dirección de las corrientes de aire que llegan á la nube.



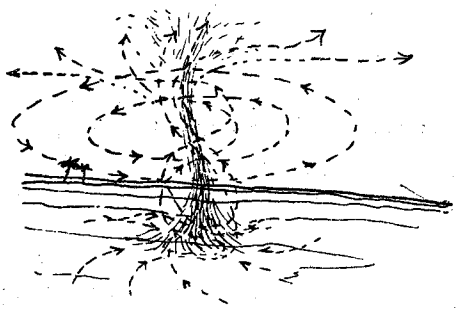
Este fenómeno, una vez formado, aumenta de intensidad por la gran expansión que el aire sufre al acercarse al vórtice y disminuir el radio de rotación, por lo que se aumenta su fuerza centrífuga, destruyéndose después cuando encuentra algún obstáculo en su marcha ó agitación en la atmósfera. Su duración rara vez llega á una hora.

El movimiento del viento en un tornado es análogo al de un ciclón,

con la diferencia de que en el primero la fuerza centrífuga del aire es mucho mayor por ser de mucho menor radio el área de mínima presión, alrededor de la cual gira el viento (fig. 39).

Torbellinos.—Son fenómenos puramente locales, de origen térmico, análogo al de los ciclones intertropicales, pero que alcanzan poca extensión, por lo cual el sentido de la rotación puede no ser el que determina la regla de Buys-Ballot, sino el que resulte, según los obstáculos que encuentre el aire al afluir á la superficie caliente.

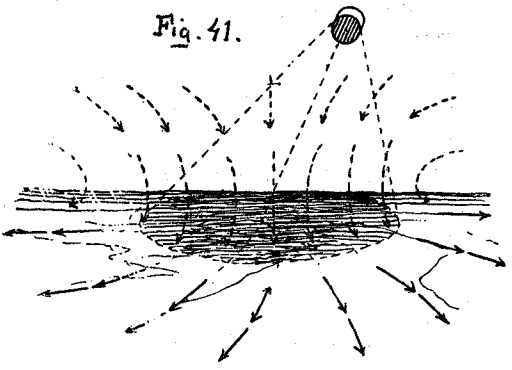
Fig. 40



Los torbellinos se forman principalmente en las llanuras muy calentadas por el sol y en los desiertos, y su duración es muy corta por la falta de humedad del aire (fig. 40).

Vientos de eclipse.—Cuando la sombra de la luna recorre la superficie terrestre, la baja de temperatura que produce dentro de ella origina un anticiclón de centro frío, pero de acción muy débil por la gran velocidad de la sombra lunar sobre la tierra, que impide que el decrecimiento de temperatura sea lo suficiente para producir vientos que se sobrepongan á los reinantes durante el eclipse. Por lo tanto, solamente en régimen de calma absoluta se notará en los lugares próximos á la totalidad del eclipse un débil viento procedente del punto del horizonte á donde se dirija la concavidad de la parte visible del disco solar, ó algo á su derecha, mientras en las capas elevadas se efectuará un viento contrario (fig. 41).

Fig. 41.



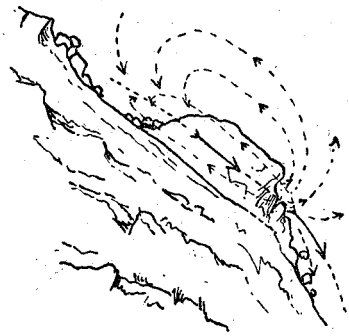
Vientos de avalancha.—Estos fenómenos acompañan á los desprendimientos de tierras, avalanchas, y, en general, siempre que un cuerpo de un gran volumen sufre un desplazamiento brusco en la superficie de la tierra.

Al iniciarse el movimiento se comprime el aire situado delante del

cuerpo móvil, acompañándole parte de él y separándose el resto, mientras el que le rodea tiene que afluir á llenar el vacío que el cuerpo en movimiento deja detrás de sí. De aquí que en estos casos se formen vientos cuya dirección es la de la avalancha delante y detrás de ella y opuesta por los costados (fig. 42).

La extensión de las capas atmosféricas hasta donde se note el efecto de estos vientos, así como la intensidad de éstos, depende del volumen de la avalancha y de la longitud y velocidad de su desplazamiento, llegando en algunos casos á originarse vientos comparables con los más violentos huracanes.

Fig. 42.



Brisas de marea.—Estos vientos, generalmente poco perceptibles, excepto cuando suman sus efectos á las brisas de mar y tierra, son producidos por el desplazamiento que el agua del mar imprime á las capas atmosféricas con su movimiento bicuotidiano de ascenso y descenso. Su dirección es de mar á tierra durante el flujo, y de tierra á mar durante el reflujo (fig. 43).

Su acción es muy débil, y solamente se puede notar en las costas donde las mareas alcance gran altura.

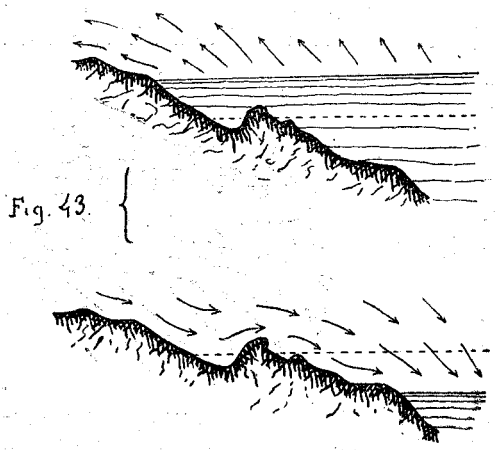


Fig. 43.

Vientos volcánicos.—Son vientos ciclónicos de origen térmico que se producen alrededor de los volcanes en actividad al calentarse las capas inferiores de la atmósfera por el contacto con las materias á elevadas temperaturas que cubren las proximidades del cráter.

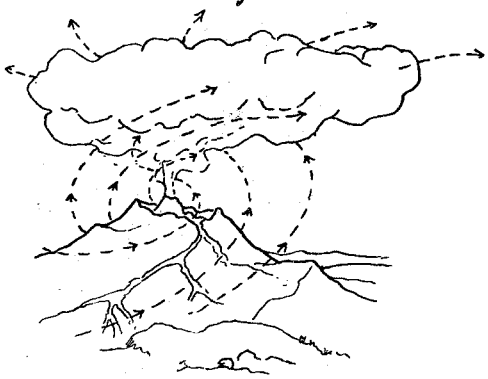
Estas capas inferiores calientes sufren por convección un movimiento ascendente, siendo sustituídas por otras que afluyen por abajo de los alrededores del volcán, originándose así un movimiento ciclónico, cuyo vórtice es el cráter. A una cierta altura sobre el terreno, el viento ascendente, junto con los gases, producto de la erupción, refluye hacia el exterior y toma un movimiento descendente para cerrar la

circulación análoga á la de los ciclones que ya se han estudiado (fig. 44).

Modificaciones que sufren la intensidad y dirección de los vientos por la influencia del terreno.—Estas modificaciones pueden ser producidas de dos maneras distintas: por el rozamiento del aire sobre la tierra y por la obstrucción que presentan al viento los accidentes orográficos.

El rozamiento del aire sobre la tierra da por resultado una disminución en la intensidad del viento y en el ángulo de deflexión de su dirección con la del gradiante barométrico, por lo cual el viento se moverá en nuestro hemisferio, tanto más á la izquierda cuanto mayor sea el rozamiento, y al contrario en el hemisferio austral.

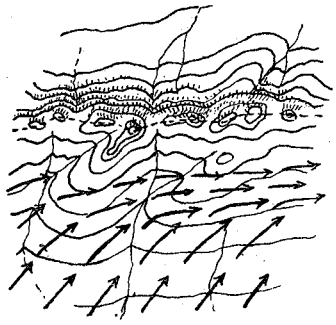
Fig. 44.



Esta influencia del rozamiento es más sensible en las capas bajas de la atmósfera, y, sobre todo, cuando no existe movimiento conveccional vertical, puesto que así la misma masa de aire sufre continuamente el rozamiento con el suelo sin ser renovada por otras. Esto sucede cuando la temperatura del suelo es baja, lo que explica que durante la noche sea muy común que las capas inferiores de la atmósfera queden en calma mientras á una cierta altura haya vientos de gran intensidad.

Los accidentes orográficos que obstruyen el movimiento del viento, desvían su dirección y modifican la intensidad según la forma y extensión del obstáculo y su posición relativa con el viento.

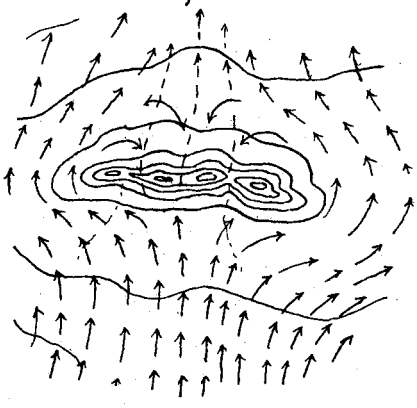
Fig. 45.



Un resalto del terreno, como una cadena de montañas, que se presente formando un pequeño ángulo con el viento, desvía su dirección hasta hacerle moverse paralelamente al obstáculo (fig. 45). Si el ángulo del viento con el obstáculo se aproxima á 90°, parte de aquél pasará por encima y el resto se desviará á derecha é izquierda para rodearlo si no fuese de gran extensión (figura 46). Si el obstáculo fuese muy escarpado y de dirección transversal, se pueden producir zonas de calmas ó vientos reflejos de sentido contrario y menor velocidad á un lado ú otro del obstáculo. Estas zonas

deben ser bien determinadas en las regiones montañosas para cada dirección de vientos por constituir puntos de refugio, cuyo conocimiento es muy útil en la aeronáutica (figura 47).

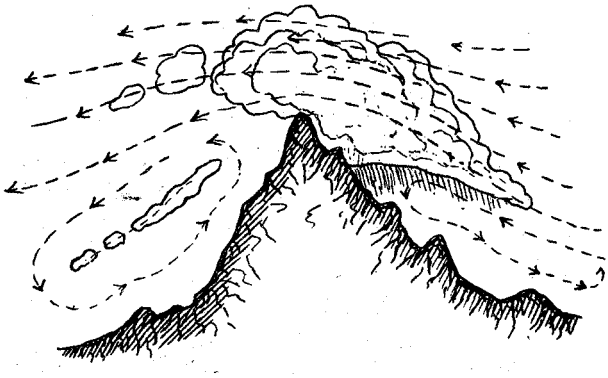
Fig. 46.



Las cortaduras transversales en el terreno no influyen en la dirección del viento, y el aire comprendido dentro de ellas, ó queda en calma ó toma un movimiento lento á lo largo de ellas originado por la succión del viento superior. En estos casos pueden utilizarse también como puertos de refugio, aunque tienen el inconveniente de que si el viento cambia de dirección puede hacerse la estancia en estos puntos más peligrosa que en el exterior, como se ve en lo que sigue (fig. 48).

En las cortaduras ó depresiones del terreno que se presentan paralelamente al viento, éste toma la dirección del eje de la depresión orográfica, y si sus bordes son convergentes, la disminución de sección produce un aumento de velocidad, que puede ser sensible á grandes distancias (fig. 49). Un ejemplo de este caso es el mistral, viento que llega al Golfo de Lyón con gran violencia siguiendo la dirección de la cuenca del Ródano.

Fig. 47.

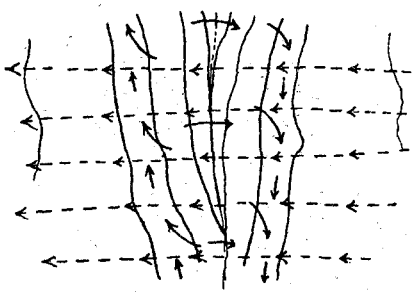


Estos efectos del terreno se extienden algunas veces á distancias y alturas considerables sobre el obstáculo, que dependen, como es natural, de las circunstancias especiales de cada caso.

Nebulosidad, lluvia, nieve y electricidad atmosférica.—Cuando una masa de aire cargado de vapor de agua y de partículas de polvo en suspensión sufre un enfriamiento hasta llegar su temperatura á ser la de saturación para la cantidad de vapor que contenga, alrededor de cada

partícula de polvo se condensa el vapor de agua excedente, formándose unas esferitas líquidas de 6 á 14 μ de diámetro que caerán continuamente y se evaporarán de nuevo al llegar á una capa de aire no saturado, á menos que se formen en una corriente ascendente, en cuyo caso podrán mantenerse en suspensión ó ascender con la diferencia de velocidades y ser transportadas con la masa de aire, siempre que éste conserve las condiciones térmicas é higrométricas necesarias para la formación y conservación de estas esferitas líquidas, cuyo conjunto constituye la nube. Se ha demostrado que si no existe polvo en suspensión, puede la masa de aire enfriarse bastantes grados por debajo del punto de condensanción sin que ésta se produzca y quedando sobre-saturada de vapor de agua.

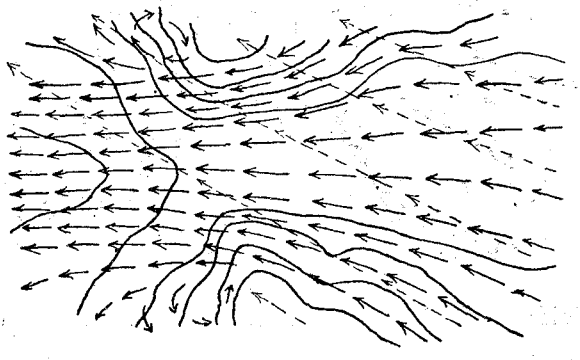
Fig. 48.



El enfriamiento puede ser producido por tres causas principales:

1.ª Por radiación del suelo. Esta causa da lugar á la formación de las nieblas y brumas que se observan cuando el suelo llega á estar á una temperatura inferior á las capas atmosféricas de una cierta altura, y sobre todo si hay una corriente lenta descendente, ó si el viento va de un terreno caliente á otro más frío.

Fig. 49.



2.ª Por mezcla de un aire frío con otro saturado. Este es el origen de formación de una capa de nubes (stratus) que separa las dos masas de aire (figura 50). Si estas tienen diferentes direcciones y velocidades, se originan ondulaciones en la superficie de contacto que dan lugar á una serie de nubes aisladas (alto-cúmulos y cirro-cúmulos) (fig. 51).

3.ª Por expansión de una capa de aire saturada. Esta expansión puede ser producida por ascensión ó por fuerza centrífuga, y la ascensión puede ser por convección ó por accidentes del terreno. La altura H á que se forma la nube es $H = 125\,(t\text{-}t')$, siendo t la temperatura del

aire y t' la del punto de saturación. Esto explica que en invierno se formen las nubes á menor altura que en verano.

Estas causas dan lugar á los strato-cúmulos, cúmulos, cúmulo-nimbus, nimbus y trombas de los tornados.

Cuando la temperatura desciende hasta el punto de congelación, la

Fig. 50.

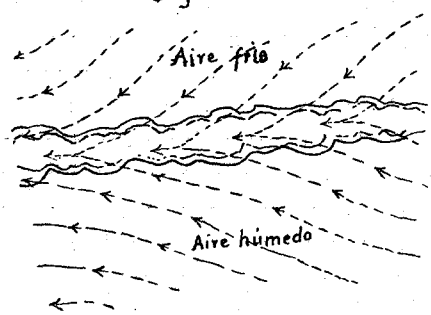
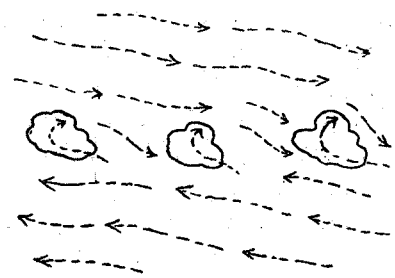


Fig. 51.



nube se constituye de una reunión de cristalitos de hielo (cirrus y cirro-stratus).

Las alturas medias de las diferentes clases de nubes y sus velocidades en metros por segundo, están dadas en la tabla siguiente:

NUBES	ALTURAS EN METROS	VELOCIDADES
Cirrus	7000 á 11000	30 á 40
Cirro-stratus	7000 á 9000	30
Cirro-cúmulus	7500	15 á 35
Alto-stratus	4000 á 6000	20
Alto-cúmulus	3000 á 6000	15
Strato-cúmulus	1500 á 2500	10
Cúmulus	1500	10
Cúmulu-nimbus	1500 á 4000	15
Nimbus	500 á 1500	»
Stratus	500	7

La altura extrema á que se ha observado la superficie superior de los cirrus, ha sido de 20 kilómetros y su velocidad de 100 metros. Jesse observó nubes luminosas de noche á 80 kilómetros de altura que se cree estaban formadas por cenizas procedentes de la erupción del Krakatoa. El espesor de las nubes puede llegar en algunas (cúmulus-nimbus) hasta ser de 6 kilómetros.

Como se deduce del modo de formación de las nubes, la velocidad de éstas no siempre es igual á la del aire que las contiene, pudiendo darse el caso de haber nubes fijas dentro de un viento rápido (como sucede con las que se forman por ascensión orográfica) y hasta de moverse otras en sentido contrario al viento (como las trombas que descienden de las nubes dentro de un aire de moviento ascendente).

Si la condensación es muy enérgica y abundante, las esferitas de agua, uniéndose unas á otras, llegan á formar gotas mayores, cuya velocidad de régimen de caída en el aire es superior á la que éste pueda tener, por lo cual, si éstas gotas no llegan á evaporarse en el trayecto, caerán á la superficie terrestre produciendo la lluvia. Estas pueden ser de convección, ciclónicas ó de relieve, según que el enfriamiento que las produce esté originado por convección, expansión ciclónica ó ascensión orográfica. En el primer grupo se incluyen también las que se forman al enfriarse el aire por su paso de una región caliente á otra fría.

Si la condensación se efectúa á una temperatura inferior á 0° las gotas de lluvia se congelan, produciéndose la nieve ó granizo según la rapidez de congelación.

Por último, estas condensaciones enérgicas hacen que la cantidad de electricidad que poseía la masa de aire se aglomere en la superficie de las gotitas de agua que, á medida que se van reuniendo para formar gotas más gruesas, la suma de superficies va siendo menor, y, por lo tanto, va aumentando la carga eléctrica por unidad de superficie, que podrá llegar á ser tal, que produzca la descarga disruptiva entre la nube y la Tierra ó entre dos nubes electrizadas con signo contrario.

La electricidad de la Tierra es negativa, y la de las nubes positiva, generalmente, debido á la influencia de la Tierra, en primer lugar; además, á que cuando una masa de agua dulce se divide en gotas, éstas se electrizan positivamente y, por último, á la propiedad que tienen los rayos ultravioletas de la luz del Sol de descargar los cuerpos electrizados negativamente. Sin embargo, si una nube ha estado en contacto con el suelo, puede estar cargada de electricidad negativa.

Estos fenómenos acuosos y eléctricos, como es natural, van acompañados de las nubes que acusan mayor rapidez y cantidad de condensación, ó sean los nimbus y cúmulus-nimbus.

Conocido el origen de las nubes y fenómenos acuosos y eléctricos, se pueden deducir fácilmente los que darán lugar, cada uno de los vientos ya estudiados, como vemos á continuación:

Vientos planetarios.—Estos vientos producen un mínimo de nebulosidad en las zonas de calmas tropicales y máximos de nebulosidad (cúmulus, cúmulus-nimbus y nimbus con fenómenos acuosos y eléctri-

cos) en las calmas ecuatoriales y en las capas bajas y medias situadas entre las zonas tropicales y las polares. En las capas de separación entre los contra-alisios y alisios, ó entre aquéllos y los vientos de retorno, se producirán alto-cúmulus y cirro-cúmulus ó stratus, y en la región de los contra-alisios se formarán cirrus con sus variantes. Finalmente, en las proximidades de las calmas polares los vientos descentes darán lugar á nieblas y stratus bajos por la baja temperatura del suelo.

Vientos terrestres.—Estos solamente originan el desplazamiento anual de la zona de nebulosidad ecuatorial.

Vientos continentales.—Aumentan la nebulosidad en los continentes, sobre todo en las proximidades de las costas, durante los meses de verano, y en el mar durante el invierno. Las nubes originadas son cúmulus con sus variantes. Los vientos descendentes del NE. de la región polar boreal, disminuyen la nebulosidad de esta región, quedando el máximo comprendido entre los paralelos 40° y 50°.

Brisas de mar y tierra.—Producen cúmulus durante las horas de más calor sobre las costas é islas, y á las horas de mínima temperatura dan lugar á la formación de nieblas, stratus bajos ó cúmulus sobre el mar.

Brisas de valle y montaña.—Estos vientos originan cúmulus ó cúmulus-nimbus, acompañados á veces de fenómenos acuosos y eléctricos en las crestas de las montañas, durante las horas de más calor, y nieblas ó mar de nubes bajo, cubriendo el valle, durante las horas más frías de la noche ó de la madrugada.

Vientos ciclónicos.—Los intertropicales dan lugar á la formación de un anillo de cúmulus y nimbus, acompañado de fenómenos acuosos y eléctricos, con centro despejado (ojo del ciclón), debido al viento descendente central. El anillo anticiclónico también permanece despejado.

Sobre la masa de cúmulus se destacan en la dirección de los vientos superiores una capa de cirro-stratus, que se prolonga, principalmente en el sentido de la marcha, con cirrus filamentosos.

Los ciclones extra-tropicales carecen del espacio despejado central, ó no es tan marcado, y tienen el máximum de nebulosidad y lluvia al SE. del centro en nuestro hemisferio, ó, en general, donde la dirección del viento, con relación á las isotermas, haga que el enfriamiento sea el máximo, ó sea cuando la dirección sea normal á dichas líneas. Este máximum estará más marcado cuando el viento en esta parte provenga, además, del mar ó de la región de mayor humedad.

Una vez establecido el régimen ciclónico, las isotermas sufren una torsión alrededor del centro en el sentido del viento, originada por la modificación de la temperatura que producen los vientos procedentes de regiones desigualmente calentadas.

En la parte opuesta del ciclón está el mínimum de nebulosidad, en donde sólo se notan cúmulus aislados, que se van disolviendo continuamente.

Los anticiclones van acompañados de cielo despejado. Sin embargo, los que se producen sobre terrenos muy fríos pueden dar lugar á nieblas cuando existe inversión de temperatura en el gradiante térmico vertical, lo que sucede principalmente de madrugada.

Las tormentas producen grandes condensaciones de cúmulus y nimbus por convección y fuerza centrífuga, acompañadas de lluvia y granizo y fenómenos eléctricos, estando esta masa de nubes coronada, como en los ciclones, por una capa de cirro-stratus y cirrus en el sentido del viento en las capas superiores.

Los tornados originan la formación de una nube cilíndrica ó cónica invertida, de poco diámetro, rodeando el eje de rotación, que constituye la tromba. También suelen ir acompañados de fenómenos éléctricos.

Los torbellinos no producen generalmente nebulosidad por formarse en sitios muy secos, y solamente se hacen visibles por el remolino de polvo que levantan, que á veces le da apariencia de tornados.

Vientos volcánicos.—Pueden producir tormentas de convección con cúmulus, nimbus, lluvia y fenómenos eléctricos.

Vientos de eclipse, de avalancha y brisas de marea.—No producen nebulosidad apreciable.

Los accidentes orográficos, cuando producen vientos ascendentes, pueden dar lugar á la formación de cúmulus que se apoyan en las montañas por el lado batido por el viento, constituyendo el fenómeno, que en los Alpes se llama el *Föehn.* Cuando estos accidentes dan lugar á capas de vientos reflejos distintos en condiciones de humedad y temperatura de los vientos superiores, puede formarse en la superficie de separación una capa de stratus, ó strato-cúmulus, que se disuelven en cúmulus aislados cuando la mezcla de las dos capas de vientos se hace más extensa.

Bases para la predicción del tiempo ó Meteorognosia.—La predicción del tiempo en lo referente á las necesidades de la navegación aeronáutica, ó sea determinar *a priori* el viento que reinará en cada punto y para cada altura en una época determinada, solamente puede basarse con probabilidades de éxito en el perfecto conocimiento del régimen meteorológico presente y de sus probables modificaciones.

Los observatorios meteorológicos, con quienes debe hallarse en comunicación la estación aeronáutica, pueden proporcionar diariamente para una hora dada, la carta meteorológica del momento y las modificaciones que viene sufriendo el régimen atmosférico, con cuyos datos podemos conocer la primera parte del problema, que puede ser completada con las observaciones locales que se efectúen por medio del barómetro, termó-

metro, higrómetro, cuyos datos comprobarán la persistencia del régimen determinado en la carta ó anunciarán las variaciones que vaya sufriendo; con observaciones del anemómetro y lanzamientos de globos pilotos, que indicarán la velocidad y dirección del viento á distintas alturas; estudio del aspecto, velocidad y dirección de las nubes, del que podremos deducir la naturaleza y movimientos de las capas de aire donde estén formadas; aspecto de los horizontes que por su mayor ó menor diafaneidad nos darán á conocer el estado de las capas bajas de la atmósfera, etc. Con todos estos elementos se podrá llegar á conocer con suficiente exactitud el estado meteorológico del momento de la partida, del cual se pueden deducir los vientos reinantes en cada punto y á cada altura para el mismo momento, para lo cual se puede emplear la fórmula

$$v = 0.00012237 \,.\, G \,.\, \cos a \,.\, l/kd$$

que da la velocidad media del viento v en función del gradiante G, expresado en milímetros de mercurio por grado geográfico, del ángulo de deflexión a, del peso específico del aire d, y de un coeficiente de fricción k, que para el mar en calma es 0,00002, y para tierra desigual es 0,00012; la deflexión teórica en un segundo es $= 0{,}0001458 \,.\, v$, sen φ; siendo φ la latitud. Estas fórmulas se refieren á los vientos bajos, y no tienen en cuenta las modificaciones introducidas por los obstáculos del terreno en la intensidad y dirección; para los vientos de altura media, los que más frecuentemente habrá que tener en cuenta para la navegación aeronáutica, el ángulo de deflexión, con relación al gradiante, al nivel del suelo, es de 90°, aproximadamente, ó sea que su dirección es paralela á las isobaras, dejando el mínimo á la izquierda en nuestro hemisferio y á la derecha en el austral.

Conocido con toda la exactitud posible el régimen meteorológico de una extensión de terreno tan extensa como sea posible, principalmente en el sentido por donde suelan llegar las depresiones, y que comprenda la región donde se vaya á efectuar el viaje, la previsión del tiempo puede deducirse del estudio que hemos hecho de los vientos en general, y particularmente de los movimientos de los centros de depresión y trayectorias más probables, teniendo en cuenta las modificaciones que hayan acusado las últimas observaciones efectuadas. Para efectuar la previsión con mayores probabilidades de acierto, son de gran utilidad las reglas prácticas que se deduzcan de la meteorología local acerca de las variaciones que en condiciones parecidas ha experimentado un régimen análogo al que exista en el momento de la observación, puesto que en el estado actual de la metereología muchos de estos cambios de tiempo no tienen explicación que pueda basarse racionalmente en los principios

conocidos, y hay que completar la previsión lógica con las enseñanzas de otros cambios análogos ya observados. El estudio de la influencia de los ciclos metereológicos, que en la actualidad aparece como una base para la previsión del tiempo, no es de interés para la navegación aeronáutica, porque con ellos se trata principalmente de resolver el problema de la predicción, á larga fecha, y para la ciencia que nos ocupa basta con la predicción inmediata, por la corta duración que pueden tener en la actualidad los viajes aeronáuticos. Además, todavía no ha sido posible determinar con precisión la existencia é influencia de estos ciclos.

Estudiadas ya las principales bases para la predicción del tiempo, vamos á resolver el problema de la determinación de la derrota, objeto de la segunda parte de estos apuntes.

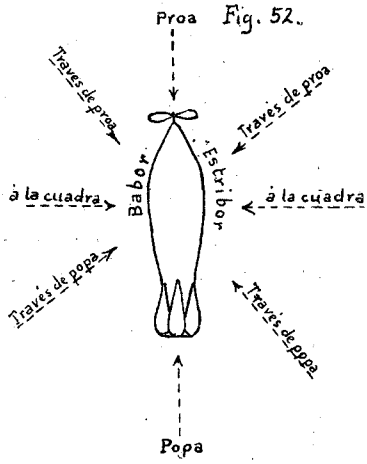
DERROTAS AERONÁUTICAS.

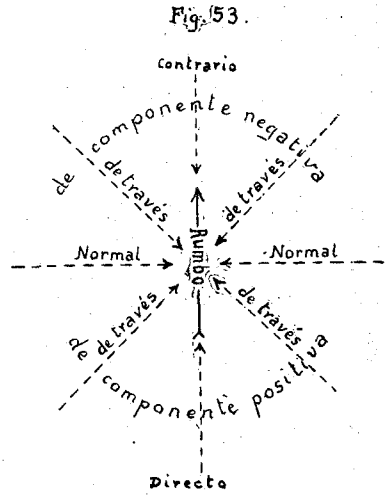
Diferencias con la navegación marítima.—En dos puntos esenciales difiere la navegación aeronáutica de la marítima, en lo relativo á la determinación de la derrota:

1.° Un buque puede recibir el viento formando un ángulo cualquiera con la dirección de su proa, de aquí que en la navegación marítima se clasifiquen los vientos, según el costado del buque por donde éste los recibe en: *de fil de roda, de bolina, á un descuartelar, á la cuadra, á un un largo, por la aleta* y *en popa cerrado*, según que la dirección de donde vienen forme con la de la proa un ángulo de 0, 6, 7, 8, 10, 14 y 16 cuartas, respectivamente (cada 45° tiene 4 cuartas). En la navegación aeronáutica el dirigible se mueve dentro de la masa de aire que le sostiene independientemente del movimiento de ésta con relación al suelo, y, por lo tanto, siempre recibe el viento relativo por su proa; solamente en los cambios bruscos de dirección ó velocidad del viento ó del dirigible puede éste, á causa de su inercia, no seguir exactamente el movimiento que le imprime su propulsor dentro de la masa de aire, y entonces recibirá el viento relativo, formando un pequeño ángulo á babor ó estribor de la proa, que el par originado por la resistencia del aire en la cola se encargará de anular. Por lo tanto, en la navegación aeronáutica no es aplicable esta clasificación de vientos, puesto que el dirigible siempre lo *recibe* por la proa. Sin embargo, como en la estabilidad de ruta influye el ángulo que forma con la dirección de la proa, la del viento, se pueden clasificar éstos, según el valor de este ángulo, en vientos *de proa, de través de proa, á la cuadra, de través de popa* y *de popa*, adaptando en lo posible la clasificación de la navegación marítima, para valores de dicho ángulo de 180°, obtuso, recto, agudo y cero (fig. 52).

Por el ángulo que forme la dirección del viento con la de la derrota

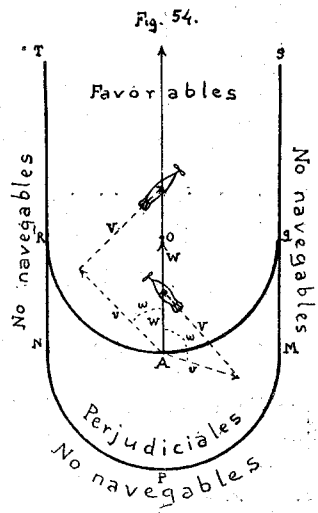
que se desee seguir, pueden clasificarse (fig. 53) en *directos*, cuando coinciden estas direcciones; *contrarios*, cuando son opuestas y, *de través*, cuando forman un cierto ángulo. Si este ángulo es menor de 90°, se llaman





de componente positiva; si es recto, *normales*, y si es mayor de 90°, *de componente negativa.*

Por el efecto que produzcan en la marcha de un dirigible de velocidad propia V en una dirección determinada, los clasificaremos en *favorables*, cuando la velocidad absoluta W resulte mayor que V (figura 54), *perjudiciales*, si es menor que V y mayor que cero, y *no navegables*, cuando dicha velocidad W resulte negativa ó imaginaria, ó sea cuando la dirección que se desee seguir no esté comprendida en el sector abordable.

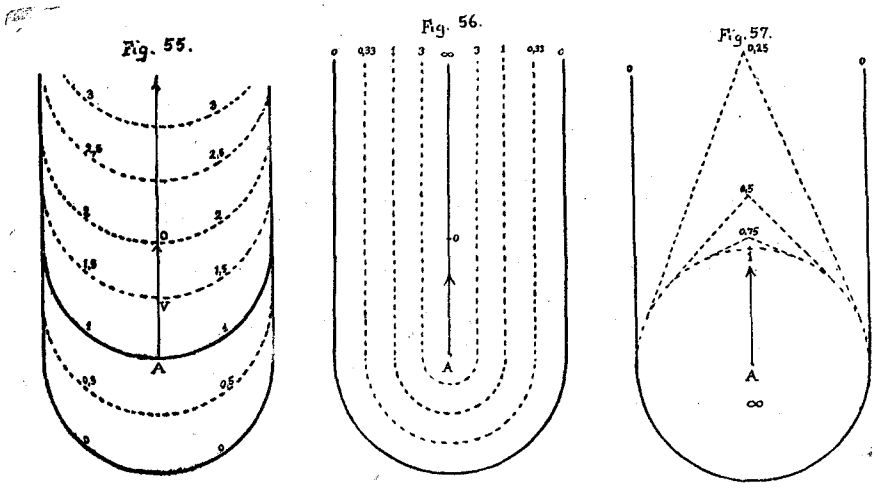


Si es A el punto de partida y $V = AO = AP$ la velocidad propia del dirigible y AO la dirección que se desea seguir, representando el viento en dirección é intensidad por un vector, á partir del punto A, los vientos favorables quedarán comprendidos dentro de la línea $SQART$, formada por la semicircunferencia QAR de radio V y las dos paralelas á OA, RT y QS; los vientos perjudiciales estarán comprendidos dentro de la línea cerrada $QARNPMQ$, formada por las dos semicircunferencias de radio $VQAR$

y MPN de centros O y A, respectivamente, y sus tangentes comunes NR y MQ; y los vientos no navegables serán todos los que no queden comprendidos en los límites anteriores.

En la figura 55 están trazadas las curvas que determinan los vientos *equifavorables* para la dirección $A\,O$, ó que producen el mismo aumento en la velocidad absoluta W. Estas curvas son semicircunferencias de radio V y centro en $A\,O$, á una distancia de A igual á W.

Si dividimos la diferencia entre la intensidad de un viento determinado v y la del viento límite navegable de su misma dirección, por su misma intensidad v, tendremos un número, $\frac{V - v \text{ sen } \omega}{v \text{ sen } \omega}$ ó $\frac{V}{v}$, según que sea de componente positiva ó negativa, que llamaremos *coeficiente de navegación en intensidad.* Si se divide el menor ángulo que pueda rolar un



viento de intensidad v y dirección ω para llegar al límite de navegable conservando su intensidad v, por un ángulo recto, tendremos otro valor

$$\left(2\,\frac{\text{ang sen } \frac{V}{v} - \omega}{\pi}\right)$$

que llamaremos *coeficiente de navegación en dirección* del viento. Estos dos coeficientes dan idea de las variaciones que puede sufrir un viento en dirección ó en intensidad, sin dejar de ser navegable para una cierta dirección, y son tanto mayores cuanto menores sean v y ω.

En la figura 56 están los lugares geométricos que determinan los vientos *equinavegables*, ó de igual coeficiente de navegación en intensidad, y en la 57 los equinavegables en dirección. Los primeros son semi-

circunferencias de centro en A y de radio $\frac{V}{C+1}$ prolongadas por sus dos tangentes paralelas á $A\ O$, y los segundos son rectas tangentes á la circunferencia de radio V y de centro A prolongadas hasta llegar á la dirección $A\ O$, con la cual forman un ángulo $= \frac{C\pi}{2}$. Dentro de la circunferencia $C = \infty$.

De estas figuras se deducen las consecuencias siguientes:

1.ª Los vientos directos son siempre favorables.

2.ª Los vientos de través, cuya dirección forme un ángulo menor de 45° con el rumbo, son: ó favorables ó no navegables, según que

$$v \lessgtr \frac{V}{\text{sen}\ \omega}.$$

3.ª Los vientos de través que forman ángulo mayor de 45° con el rumbo y menor de 90° pueden ser favorables, perjudiciales ó no navegables, según que

$$v < 2\ V \cos \omega, \quad v \lessgtr \frac{2\ V \cos \omega}{V}, \quad \text{ó que} \quad v > \frac{V}{\text{sen}\ \omega}.$$

4.ª Los vientos normales, de componente negativa y contrarios, son perjudiciales ó no navegables, según que su intensidad sea menor ó mayor que la velocidad propia del dirigible V.

5.ª Un viento de dirección determinada será favorable en grado máximo cuando $v = \cot \omega$, ó sea cuando el viento esté á la cuadra con relación al dirigible.

2.° La otra diferencia entre la navegación marítima y la aeronáutica estriba en que en la primera el rumbo está determinado por la dirección de la proa, pues la desviación debida á la deriva ó abatimiento del buque, originado por el viento ó las corrientes marítimas, es de poca consideración y calculable en la mayoría de los casos, mediante una sencilla operación llamada corrección del rumbo. Por este motivo se emplea comúnmente la navegación loxodrómica ó de rumbo constante que, aunque de mayor duración que la ortodrómica ó por círculo máximo, tiene sobre ésta la ventaja de que una vez determinado el rumbo que debe seguirse desde la partida, el timonel se encargará de mantenerlo con sólo cuidar, por la observación del compás, de que la dirección de la proa sea siempre la del rumbo determinado. Por el contrario, en la navegación aeronáutica el rumbo no depende solamente de la dirección de la proa,

sino también de la velocidad propia del dirigible en cada momento y de la dirección ó intensidad del viento, imposible de determinar á bordo sin conocer el rumbo que se trata de calcular, por lo tanto, no se puede mantener el rumbo constante con la facilidad que en un buque, y la navegación loxodrómica resulta inaplicable.

En cambio, por la gran influencia que tienen en la navegación aeronáutica la intensidad y dirección del viento, así como sus variaciones, relativamente á la duración del viaje, trabajo motor desarrollado, probabilidades de llegada y otras circunstancias; la navegación por regla general más conveniente no será la ortodrómica, sino que habrá que seguir una cierta derrota para cada caso, de cuya determinación vamos á ocuparnos.

CLASIFICACIÓN DE LAS DERROTAS

Conocida la orografía del terreno que haya de recorrerse, las características del dirigible (1) (como son la velocidad propia, número de horas de marcha, altura máxima, etc.), y la situación meteorológica del momento de partida y sus probables modificaciones, la naturaleza del viaje, así como las circunstancias en que se efectúe, determinarán el trazado, que deberá tener la derrota para dar la solución más conveniente en cada caso.

Por el objeto que se persiga pueden dividirse los viajes aéreos en viajes de un punto á otro, que será el caso general de la Navegación aeronáutica, en viajes de un punto á una línea, caso de un dirigible que navegando sobre territorio enemigo trate de alcanzar la frontera de una nación amiga para descender, ó que, encontrándose sobre el mar, trate de llegar á la costa, y, por último, en aquellos en que se trate de huir de la zona peligrosa de una de depresión.

Por las circunstancias en que se realice el viaje habrá casos en que se deseará efectuarlo en el menor tiempo posible (derrota de mínima duración), con el menor trabajo motor (derrota de mínimo trabajo), navegando con la mayor altura posible sobre el terreno (derrota de altura máxima), y en el caso de que se conozca la dirección en que pueden saltar los vientos de velocidad superior á la del dirigible, podrá tratarse de efectuar el viaje en condiciones de tener las mayores probabilidades de llegar al punto deseado (derrota de arribada más probable). Por último, en algunos casos especiales en que por no ser visible el suelo é ignorarse

(1) Aunque todo lo que se expone puede aplicarse igualmente, tanto á los viajes efectuados en globo dirigible como á los que se lleven á cabo en aparatos de aviación, nos referimos principalmente á los primeros por ser los que en la actualidad permiten la ejecución de viajes aéreos de mayor duración y recorrido.

la dirección del viento resulte difícil comprobar la derrota en cada momento, convendrá navegar dirigiendo la proa al punto de arribada ó á alguno intermedio en la dirección que se desee seguir (derrota con proa á punto fijo).

No tenemos conocimiento de que en los viajes aéreos que se han efectuado en el extranjero se haya tenido en cuenta la influencia de estas circunstancias para determinar el trazado de la derrota que haya de seguirse, ni aun de que se haya estudiado la resolución de este problema, reduciéndose siempre á seguir la línea recta dentro de lo que permitan los accidentes orográficos del terreno y la altura que el dirigible pueda alcanzar, habiéndose considerado la derrota rectilínea como la más conveniente en todos los casos. Sin embargo, veremos en el estudio de cada uno de éstos que en la mayoría de las veces no es esta la solución del problema.

Antes de entrar en este estudio conviene fijar las ideas acerca del significado que daremos á algunas palabras que emplearemos para designar algunos conceptos de uso frecuente en la Navegación Aeronáutica.

Llamaremos *trayectoria* de un viaje aéreo la línea que describe en el espacio el centro de gravedad del dirigible; *derrota* la proyección de esta línea sobre un plano horizontal fijo ó sobre la superficie terrestre; *rumbo* la dirección de la derrota en un punto cualquiera de ella; *velocidad absoluta* la que tenga la proyección horizontal del globo en cada momento; *derrota propia* la línea que describa la proyección horizontal del dirigible sobre un plano que se mueva con la velocidad y dirección del viento, ó sea la que describe el globo con relación á la masa de aire en donde se mueve; *rumbo propio* la dirección de la derrota propia en un punto de ella, ó sea la dirección de la proa; *velocidad propia* la del dirigible; *deriva* ó *abatimiento* el desplazamiento que sufre el dirigible por la acción del viento, apartándole de su derrota propia, y *ángulo de deriva* el que forma el rumbo con la dirección de la proa ó rumbo propio.

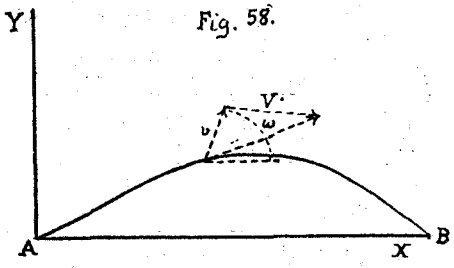


Fig. 58.

Si fuese posible conocer exactamente la intensidad y dirección del viento en cada punto del terreno y en cada momento antes de emprender el viaje, se podría determinar analíticamente la derrota más conveniente que habría que seguir en cada caso, pues siendo (fig. 58).

$$v = F(x, y, t) \quad \text{y} \quad \omega = f(x, y, t)$$

las funciones de las coordenadas y del tiempo que representaran la velocidad del viento y su dirección, empleando el cálculo de variaciones podríamos hallar la función $y = \psi(x)$ que daría un mínimo para el valor del tiempo:

$$T = \int d\,x \; \frac{\dfrac{1}{\sqrt{1+y'^2}}}{F(x,y,t)\cos\left[f(x,y,t) + \text{arc}\cos\dfrac{1}{\sqrt{1+y'^2}}\right] + \sqrt{V^2 - F(x.y.t)^2 \operatorname{sen}^2\left[f(x.y.t) + \text{arc}\cos\dfrac{1}{\sqrt{1+y'^2}}\right]}}$$

y dicha función representaría la derrota de mínima duración, ó suponiendo variable la velocidad propia V entre cero y el límite máximo que pueda alcanzar, podríamos obtener las funciones $y = \varphi(x)$ y $V = \varphi(x)$ que hagan mínimo el valor del trabajo motor $M = C \int \varphi(x)^3\, d\,t$, y estas funciones nos darían la derrota de mínimo trabajo.

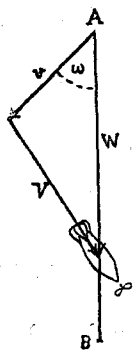
Estos problemas, en la mayoría de los casos serían complicadísimos, si no imposibles de resolver, y, además, como la meteorognosia no está en la actualidad tan desarrollada que permita una predicción tan exacta del tiempo, consideramos inútil intentar la resolución analítica general, y sólo estudiaremos las soluciones gráficas más sencillas de los casos que tengan mayor aplicación en la práctica.

A continuación analizaremos todos los casos que se han mencionado y, como final, estudiaremos la determinación del campo de acción de un dirigible, según el viento reinante, la posición y el número de estaciones de que disponga.

I. Viajes de un punto á otro.

Derrota de mínima duración.

Fig. 59.



Por las condiciones del régimen atmosférico pueden presentarse los cuatro casos siguientes:

1.° Que haya calma ó viento de dirección é intensidad constantes en cualquier lugar del terreno comprendido entre los puntos de partida y arribada, y que se espere que no habrá variación en toda la duración del viaje.

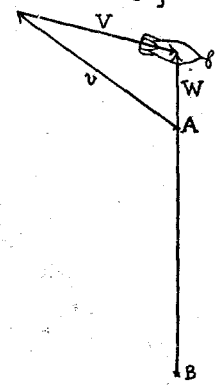
En este caso, la derrota de mínima duración es la línea recta, ó el arco de círculo máximo terrestre, según la extensión del viaje.

Siendo A el punto de partida, B el de arribada, d la distancia entre ellos, V la velocidad propia, v la del viento, W la absoluta y ω el ángulo que forme la dirección del viento con el rumbo $A\,B$ (fig. 59), resultará:

$$W = v \cos \omega + \sqrt{V^2 - v^2 \operatorname{sen}^2 \omega},$$

Si V es menor que v sen ω esta fórmula da un valor imaginario, lo que indica que la dirección $A\ B$ está fuera del sector abordable del dirigible, que no podrá moverse siguiendo dicha recta, si $v \cos \omega$ es negativo (por ser ω mayor que 90°) y mayor que $\sqrt{V^2 - v^2\ sen^2\ \omega}$ la velocidad absoluta W resulta negativa, por estar $A\ B$ dentro del sector opuesto por el vértice al abordable. En este caso el globo se movería sobre la prolongación del rumbo $A\ B$, pero en sentido contrario (fig. 60).

Fig. 60.



El tiempo que se empleará en el viaje será

$$T = \frac{d}{v \cos \omega + \sqrt{V^2 - v^2 \operatorname{sen}^2 \omega}}$$

que resultará imaginario ó relativo en los mismos casos que la velocidad absoluta. Si este tiempo resultara mayor que el máximo de marcha del dirigible, habrá que efectuar el viaje haciendo el número de escalas necesarias en los puntos intermedios que se crean más convenientes. Si la recta $A\ B$ cortara algún punto del terreno de cota superior á la altura máxima que el dirigible pueda alcanzar, habrá que rodear el obstáculo lo más proximamente posible á la línea recta, conservando rectilíneos cada uno de los trayectos parciales.

Durante el viaje, la dirección de la proa ó rumbo propio formará con el rumbo un ángulo de deriva, cuyo seno es igual á sen $\omega \cdot \frac{v}{V}$. Este valor se hace mayor que la unidad cuando V es menor que sen $\omega \cdot v$, lo que vuelve á demostrar la imposibilidad de seguir el rumbo AB en este caso.

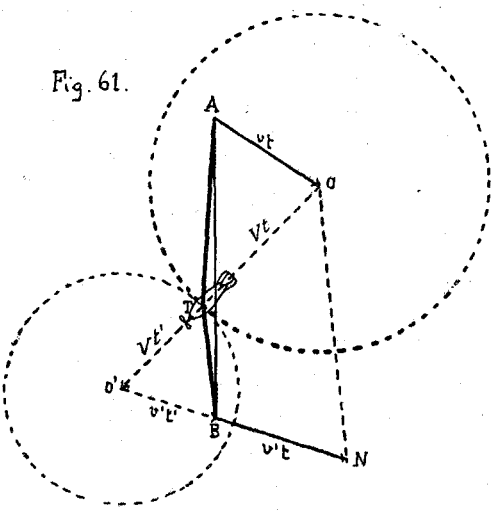
2.° Caso de viento de igual dirección é intensidad en cualquier lugar del terreno, y que se espere que cambiará simultáneamente y por igual en otro viento determinado.

Los cambios de viento, cuya previsión es más frecuente, se reducen á un aumento ó disminución de intensidad á una hora dada ó á un cambio de dirección en un sentido determinado, originados todos estos cambios por los vientos periódicos ó por los ciclónicos que acompañan á una depresión, cuya intensidad y movimientos probables pueden ser anunciados por los observatorios meteorológicos.

El problema general de determinar la derrota de mínima duración entre A y B (fig. 61) sabiendo que hay un viento v, que al cabo de un tiempo t cambiará en otro v', puede resolverse gráficamente del modo siguiente:

El lugar geométrico de los puntos que puede ocupar el dirigible al cabo de un tiempo t de marcha con viento v, ó sea en el momento de efectuarse el cambio de viento, es una circunferencia de radio $V t$ y de centro O sobre la dirección del viento v y á una distancia de A igual á $v\,t$. Igualmente, el lugar geométrico de los puntos que puede ocupar el dirigible para llegar á B con viento v' en un tiempo t' será otra circunferencia de radio $V t'$ y de centro en O' á barlovento de B y distante $v'\,t'$ de este punto. Si hacemos variar á t', creciendo desde cero, tendremos una serie de circunferencias homotéticas con B, cada vez de radio mayor y la que resulte tangente á la circunferencia O nos dará la solución del problema, pues la derrota de mínima duración deberá pasar por el punto de tangencia.

Fig. 61.



Si tomamos á sotavento de B una magnitud $BN = v'\,t$ y unimos N con O, en los triángulos $O'\,B\,T$ y $O'\,N\,O$ tendremos

$$O'\,B : B\,N :: v'\,t' : v'\,t :: t' : t :: V\,t' : V\,t :: O'\,T : T\,O$$

luego TB y ON son paralelas. De aquí se deduce la construcción siguiente: Trácese en el sentido de v y v' magnitudes $v\,t$ y $v'\,t$ por A y B respectivamente, únanse sus extremidades por una recta ON y trácese por B una paralela á esta recta. Haciendo centro en la extremidad O de la primera y con radio $V\,t$, trácese un arco que corte á esta paralela y uniendo el punto de intersección T con A y B la línea quebrada resultante $A\,T\,B$ será la derrota de mínima duración.

La dirección de la proa será paralela á OT y constante durante todo el viaje, por lo tanto la derrota propia es rectilínea y de esta dirección; el tiempo total T invertido en el viaje $= t + t'$ podrá calcularse dividiendo $O\,O'$ por V ó dividiendo $O'\,B$ por v' y sumándole t; el rumbo de partida difiere de AB tanto más cuanto menor sea la velocidad propia V, y, por el contrario, el rumbo de arribada es independiente de esta velocidad.

Si la paralela á ON por B no cortase á la circunferencia de centro O,

sería imposible llegar á B, y si el punto B estuviese dentro de esta circunferencia podría llegarse á B antes del cambio de viento, y por lo tanto estaríamos en el primer caso.

Si solamente se espera un cambio de dirección del viento sin variación de intensidad, haciendo la construcción correspondiente (fig. 62) se deduce que la paralela á ON por B cortará á la circunferencia O con relación á la recta AB, del lado que esté O ó en el opuesto, según que la nueva dirección forme con AB un ángulo mayor ó menor que la primera. De esto se deduce la siguiente regla práctica: *Cuando el viento tienda á ponerse perpendicular á la dirección del punto de arribada, deberá desviarse la derrota hacia barlovento, y si tiende á ponerse paralelo ó á cambiar de sentido, deberá desviarse hacia sotavento.*

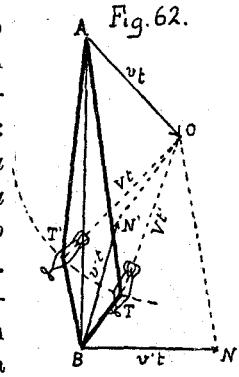


Fig. 62.

Si, por el contrario, es la intensidad la que se espera que cambie, conservándose la dirección, se ve en la figura 63 que la paralela á ON por B cortará á la circunferencia O con relación á la AB del lado de O si el viento v' es menor que v, y en caso contrario si es mayor, deduciéndose también la siguiente regla: *Si el viento tiende á calmar, deberá desviarse la derrota hacia sotavento, y si tiende á aumentar, hacia barlovento.*

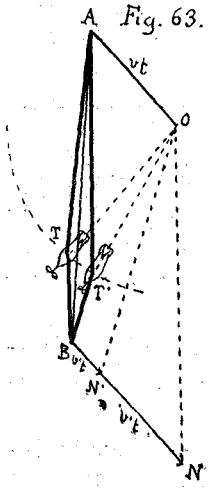


Fig. 63.

Estas reglas pueden resumirse en la siguiente: *Convendrá desviar la derrota á barlovento cuando el viento tienda á aumentar de componente transversal á la dirección del punto de arribada, y á sotavento cuando tienda á disminuir.*

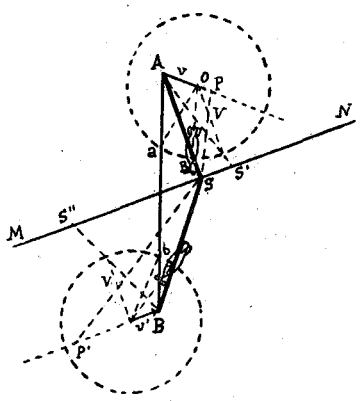
3.° Caso de viento de dirección é intensidad distintas en varias partes del terreno comprendido entre los puntos de partida y arribada, pero constantes en toda la duración del trayecto.

Este caso es muy frecuente, sobre todo en terreno montañoso ó surcado por ríos de importancia, cuya influencia en el régimen de vientos ya hemos estudiado. Supondremos para simplificar la solución que sólo existen dos clases de vientos distintos sobre el terreno separados por una línea divisoria.

Sean (fig. 64) A y B los puntos de partida y arribada, y MN la línea á partir de la cual el viento v cambia en el v'. Si á partir de A y en la dirección del viento v se toma una magnitud $AO = v$ y haciendo centro en O se traza una circunferencia de radio V, trazando por A una direc-

ción de derrota cualquiera AS la parte AR interceptada entre A y la circunferencia será igual á la velocidad absoluta W en esta dirección, y el tiempo que se empleará en llegar á la línea MN se obtendrá dividiendo el camino recorrido AS por la velocidad AR. Si tomamos como unidad de tiempo el radio OR y trazamos por S una paralela al radio correspondiente, la magnitud SP será igual al tiempo empleado en llegar á la línea MN siguiendo la dirección AS. Si MN es una línea recta, la dirección AS' cuyo radio es perpendicular á MN es la que da menor tiempo, ó sea cuando se marche con rumbo propio perpendicular á la divisoria.

Fig. 64.



Análogamente, trazando por B la BO' en dirección contraria al viento v' y de magnitud igual á su intensidad, y con centro en O' y radio V la circunferencia de velocidades absolutas para cada dirección de arribada, podremos calcular el tiempo que, siguiendo una cualquiera de ellas, se emplearía en llegar á B, el cual estaría representado por una magnitud como SP'; sumando ahora los tiempos invertidos en llegar de A á un punto de MN y de este punto á B, obtendremos el tiempo total empleado en el viaje para cada derrota, pudiendo resolverse así el problema por tanteos.

Para reducir el número de ellos cuando MN es una línea recta, hay que tener en cuenta que el punto de MN por donde deba pasar la derrota de mínima duración estará comprendido entre el S' y el S'' que son los correspondientes á los mínimos tiempos de llegada á MN y de MN á B respectivamente.

Análogo procedimiento puede seguirse cualquiera que sea el número de líneas divisorias de vientos que haya de encontrarse y la forma de ellas.

Los dos puntos S' y S'' estarán á un mismo lado de AB cuando los radios Oa y Ob correspondientes á las direcciones de V siguiendo el rumbo AB, formen con MN ángulos agudos hacia este mismo lado de AB. De la inspección de la figura se deduce que en este caso el lado á que se encuentran S' y S'' es el mismo hacia donde deba desviarse la derrota según las reglas del caso anterior. Con arreglo á esto puede darse la regla siguiente: *Cuando la dirección de la proa deba pasar por la normal á la divisoria de vientos siguiendo la derrota rectilínea, deberá desviarse ésta según las reglas del caso anterior.*

Si no se verificase esta circunstancia y los vientos de un lado y otro de la divisoria fuesen muy desigualmente favorables para la derrota rectilínea, deberá desviarse ésta en el sentido que permita navegar por más tiempo con el viento más favorable, y si esta desigualdad no fuese muy marcada, y esta regla no coincidiese con la anterior, convendrá determinar la derrota por tanteos, de donde se deduce la regla siguiente:

Si el dirigible no ha de cortar normalmente la divisoria siguiendo la derrota rectilínea, deberá desviarse ésta aumentando el ángulo que forme la quilla con la divisoria, si el viento que se espera es más favorable, y disminuyéndolo en caso contrario, siempre que los dos vientos fuesen muy desigualmente favorables, ó si esta regla no se opone á la anterior; en otro caso se seguirá la línea recta ó se calculará la desviación por tanteos.

Cuando el viento varía con la altura, habrá que elegir para la navegación aquélla que tenga el viento más favorable, dentro de los límites que permitan las condiciones del dirigible.

4.° Caso de viento variable con el tiempo y con el lugar.

La resolución más realizable del problema en este caso consiste en seguir el método de tanteos, calculando gráficamente los tiempos para varias derrotas, y determinar entre cuáles está comprendida la de mínima duración. Como reglas prácticas se pueden seguir las de los casos anteriores, si sus resultados no se oponen, y en este caso seguir la línea recta, si los cambios que se esperan no fuesen muy considerables ó su predicción poco segura.

Derrota de mínimo trabajo.

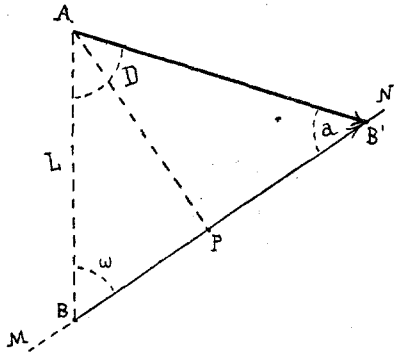
El trabajo desarrollado por un dirigible en marcha es igual al producto de la resistencia que le opone el aire (fuerza) por la longitud de la derrota propia (camino recorrido). La resistencia sabemos que es proporcional á V^2, y el camino recorrido igual á $V\,T$, por lo tanto, el trabajo será proporcional á $V^3\,T$; veamos ahora en cada caso qué derrota y qué velocidad (1) deberá emplearse para que este producto sea mínimo:

1.° *Viento constante.*—Supongamos la marcha del dirigible referida á la masa de aire en movimiento (fig. 65). El punto de arribada B se moverá con velocidad igual á la del viento, pero en sentido contrario, y el dirigible tendrá que describir su derrota propia para alcanzar con el menor trabajo motor al punto de arribada.

(1) En los aeroplanos, V no puede variar más que dentro de muy estrechos límites por depender de ella la sustentación, por lo tanto, para determinar la derrota de mínimo trabajo no es aplicable este procedimiento, pudiendo considerarse como solución la derrota de mínima duración recorrida con la velocidad de máximo rendimiento del motor.

Desde luego se deduce que la derrota propia debe ser rectilínea; que el encuentro de los móviles debe verificarse en un punto situado delante del pie de la perpendicular P, puesto que así se podrá reducir la velocidad V con un mismo camino recorrido; que la llegada al punto de encuentro de ambos móviles debe verificarse simultáneamante, porque si el dirigible tuviese que esperar el punto de llegada sobre la recta $M\,N$, podría con la misma velocidad haberlo alcanzado en un punto anterior disminuyendo el camino recorrido, y, por último, siendo análogas las condiciones del problema para cada punto de la derrota, se deduce que la velocidad V debe ser constante durante toda ella.

Fig. 65.



En el triángulo $A\,B\,B'$, en que $B\,B'$ y $A\,B'$ son proporcionales á v y V, por ser caminos recorridos en el mismo tiempo T, se verifica

$$V = \frac{v \operatorname{sen} \omega}{\operatorname{sen} D} \quad \text{y} \quad A\,B' = \frac{L \operatorname{sen} \omega}{\operatorname{sen} a},$$

y el trabajo desarrollado

$$K\,.\,S\,.\,V^3\,T = K\,.\,S\,.\,L\,v^2 \operatorname{sen}^3 \omega \frac{1}{\operatorname{sen} a \operatorname{sen}^2 D},$$

siendo K el coeficiente de resistencia del aire y S la superficie de la sección máxima del dirigible.

Este valor será mínimo cuando $\operatorname{sen} a \operatorname{sen}^2 D$ sea máximo, y como $\operatorname{sen} D = \operatorname{sen}(a + \omega)$, tendremos

$$\frac{d \operatorname{sen} a \operatorname{sen}^2 (a + \omega)}{d\,a} = \cos a \operatorname{sen}^2 (a + \omega) + \operatorname{sen} a\, 2 \operatorname{sen}(a + \omega) \cos(a + \omega),$$

de donde se deduce que

$$\operatorname{tg} D = 2 \operatorname{tg} a.$$

De todo lo anterior se deduce que: *la derrota de mínimo trabajo de un punto á otro con viento constante es la línea recta que los une recorrida con una velocidad tal que la tangente del ángulo de deriva sea doble de la del ángulo que forme la dirección de donde venga el viento con la de la proa.*

Esta condición se puede expresar igualmente, diciendo que: *la pro-*

yección de la velocidad del viento sobre la direccion de la proa debe ser igual á los dos tercios de la velocidad propia.

Despejando el valor de $tg\ a$ y $tg\ D$ en función de ω se tienen las expresiones:

$$\operatorname{tg} a = \frac{3}{4} \cot \omega + \sqrt{\frac{9}{16} \cot^2 \omega + \frac{1}{2}}$$

y

$$\operatorname{tg} D = \frac{3}{2} \cot \omega + \sqrt{\frac{9}{4} \cot^2 \omega + 2}$$

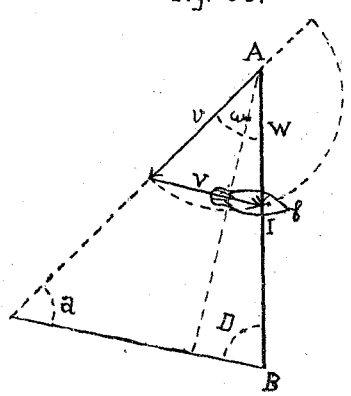
y despejando V entre estas ecuaciones y la anterior, se tiene:

$$V = v \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{2} \cot \omega + \sqrt{\frac{1}{4} \cot^2 \omega + \frac{2}{9}}\right)^2 + \frac{4}{9}}}$$

Este valor de V, que llamaremos *velocidad económica,* se puede hallar gráficamente prolongando la magnitud v á partir de A, y en sentido contrario una cantidad igual á su mitad, y hallando la intersección I de la circunferencia que tenga como diámetro la recta $\frac{3}{2}\ v$, con la línea AB.

Uniendo I con la extremidad de v, tendremos V en intensidad y dirección, y la velocidad absoluta W estará representada por $A\ I$. Fácilmente se ve, por la inspección de la figura 66, que con esta construcción queda cumplida la condición

Fig. 66.



$$v \cos a = \frac{2}{3}\ V$$

ó sea

$$V = \frac{3}{2}\ v \cos a.$$

La velocidad absoluta W es igual á

$$v\left(\frac{1}{4} \cos \omega + \sqrt{\frac{1}{16} \cos^2 \omega + \frac{1}{2}}\right)$$

el tiempo empleado en el viaje

$$T = \frac{L}{v\left(\frac{1}{4} \cos \omega + \sqrt{\frac{1}{16} \cos^2 \omega + \frac{1}{2}}\right)}$$

y el trabajo mínimo desarrollado será:

$$KSLv^2 \frac{\operatorname{tg}^2 \omega}{\cos \omega \left(\frac{17}{18}+\frac{2}{9} \operatorname{tg}^2 \omega+\sqrt{\frac{1}{4}+\frac{2}{9} \operatorname{tg}^2 \omega}\right)\left(\frac{1}{4}+\sqrt{\frac{1}{16}+\frac{1}{2 \cos \omega}}\right)}$$

Para calcular gráficamente el valor del trabajo mínimo desarrollado (fig. 67), una vez construído el triángulo de velocidades por el procedimiento anterior, habrá que hallar el producto de $B\,P$ (longitud de la derrota propia) por el cuadrado de $Q\,I$ (velocidad económica), y multiplicar el producto así obtenido por $K\,S$. Si para facilitar la operación tomamos á $K\,S$ como unidad de fuerza y $R\,Q$ por unidad de longitud, SQ (proyección de V sobre el diámetro), será el cuadrado de V, y tomando $Q\,T = P\,B$, uniendo T con R y trazando por S la paralela $S\,U$ á $R\,T$, la magnitud $Q\,U$ será el trabajo desarrollado.

Puede darse el caso de que la velocidad económica resulte mayor que la máxima propia que pueda alcanzar el dirigible, entonces la derrota de

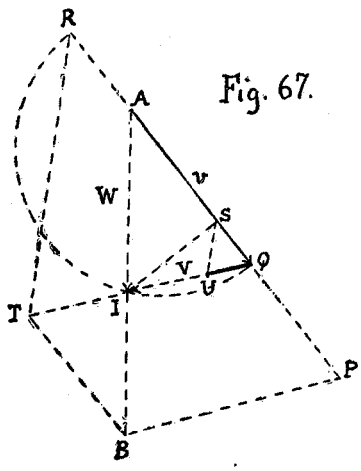


Fig. 67.

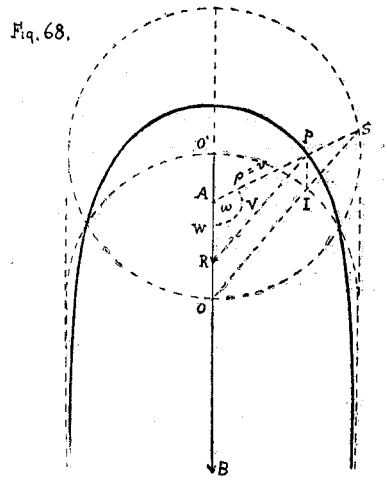


Fig. 68.

mínima duración será también la de mínimo trabajo. Si V_m es la velocidad propia máxima, esto sucederá cuando

$$v > V_m \sqrt{\left(\frac{1}{2} \cot \omega + \sqrt{\frac{1}{4} \cot^2 \omega + \frac{2}{9}}\right)^2 + \frac{4}{9}}$$

por lo tanto, si siendo $A\,B$ la derrota que hay que seguir (fig. 68), se

toma como eje de coordenadas polares esta recta y como polo el punto de partida A, y se traza la curva representada por la ecuación

$$\rho = V_m \sqrt{\left(\frac{1}{2}\cot\omega + \sqrt{\frac{1}{4}\cot^2\omega + \frac{2}{9}}\right)^2 + \frac{4}{9}}$$

esta curva señalará el lugar geométrico de las extremidades de los vientos cuyas velocidades económicas son iguales á V_m.

Este lugar geométrico es una curva de 8° grado que puede construirse por puntos trazando con centro en O, sobre $A\,B$ y á $\frac{2}{3}\,V_m$ de A, una circunferencia con radio V_m, y con un centro O' sobre la prolongación de $A\,B$ y á $\frac{1}{3}\,V$ de A otra circunferencia del mismo radio; uniendo ahora un punto cualquiera S de esta última con A y O y trazandola $I\,P$ paralela al eje desde el punto I de intersección de $O\,S$ con la circunferencia O, el punto P determinado sobre $A\,S$ pertenece á la curva, puesto que trazando la $P\,R$ paralela á $I\,O$, el triángulo $A\,P\,R$ será el de las velocidades, y la $P\,R$ velocidad económica, es igual á $O\,I = V_m$ velocidad propia máxima.

Esta curva corta á la prolongación del eje á una distancia igual á $\frac{2}{3}$ de V_m, y tiene dos asíntotas paralelas al eje y separadas de éste una distancia igual á V_m.

Sustituyendo en la ecuación de la curva el valor V_m por otros inferiores, tendremos una serie de curvas semejantes que determinan los vientos de igual velocidad económica.

Cuando $\operatorname{tg}\omega = \sqrt{2}$ la velocidad económica es igual á la velocidad absoluta, y si $\operatorname{tg}\omega = \sqrt{5}$ aquélla es igual á la velocidad del viento. Las circunferencias tales como la O', cuyos centros están sobre la prolongación de $A\,B$ y á una distancia de A igual á la mitad del radio, determinan los vientos para los cuales el tiempo T, empleado en el trayecto $A\,B$ con derrota de mínimo trabajo, es constante. Este tiempo es igual á $A\,B$, ó sea L, dividido por $\frac{2}{3}$ del radio.

De todo lo anterior se de deducen las siguientes consecuencias:

1.ª Cuando el viento es directo la velocidad económica es igual á cero.

2.ª Los vientos de componente positiva que formen con el rumbo un ángulo cuya tangente sea menor que $\sqrt{2}$, tienen sus velocidades económicas mayores que las absolutas correspondientes, y, por lo tanto, son fa-

vorables para las velocidades económicas, siendo los demás vientos perjudiciales para estas mismas velocidades.

3.ª La velocidad económica para para un viento contrario es igual á $\frac{3}{2}$ de la del viento y la absoluta igual á $\frac{1}{2}$ de la misma.

4.ª Siguiendo la derrota de mínimo trabajo, el dirigible navega siempre con viento de través de proa, ó de proa cuando el viento es contrario.

5.ª La velocidad ecenómica no puede ser mayor de $\frac{3}{2}$ de la del viento.

6.ª El ángulo que forma el viento con el rumbo propio no puede ser mayor que el de deriva.

7.ª El camino recorrido por el viento durante el viaje, así como la longitud de la derrota propia, son independientes de la velocidad del viento.

En la figura 69 están trazadas las curvas que determinan los vientos

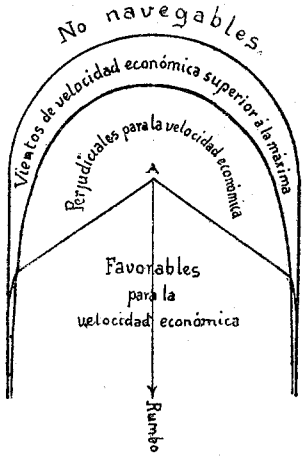
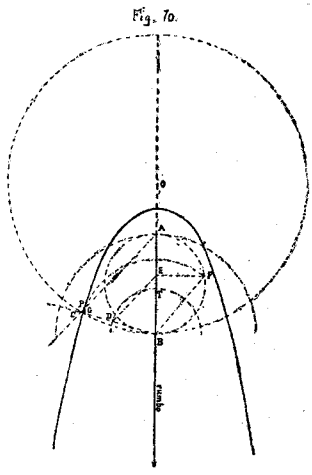


Fig. 69



favorables y perjudiciales para la velocidad económica y para la velocidad máxima propia.

La curva, cuya ecuación polar es

$$\rho^2 = \frac{C \cos \omega \left(\frac{17}{18} + \frac{2}{9} \operatorname{tg}^2 \omega + \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{2}{9} \operatorname{tg}^2 \omega}\right) \left(\frac{1}{4} + \sqrt{\frac{1}{16} + \frac{1}{2 \cos \omega}}\right)}{K S L \operatorname{tg}^2 \omega},$$

determinará los vientos, para los cuales el trabajo mínimo para navegar de A á B (fig. 70) es constante é igual á C. Esta curva puede construirse por puntos, trazando con centro en O sobre la prolongación de $A\,B$ igual

á L, y á una distancia de A igual á $\frac{1}{2} L$, una circunferencia con radio $O B = \frac{3}{2} L$, y con centro en B otra circunferencia con radio $B T$ igual al trabajo mínimo que se considere C, y á continuación únase el punto C de la circunferencia O á sotavento de A con B; por el punto D de intersección de $C B$ con la circunferencia B, trácese una paralela á $A C$ hasta cortar en E á la $A B$, y por este punto una perpendicular á esta recta hasta cortar en F á la circunferencia de diámetro $A B$. Llevando ahora la longitud $B F$ sobre la recta $B C$, se determinará el punto G, y trazando por él una paralela á $A B$ hasta cortar á la dirección del viento $A C$, se tendrá el punto P perteneciente á la curva de vientos de mínimo trabajo constante $= C$, tomando $A B$ como unidad de longitud y al producto $K S$ como unidad de fuerza. Por la construcción seguida, se ve fácilmente que siendo

$$A B E = 1 \quad \text{y} \quad B T = C, \quad C B = V T, \quad B E = \frac{C}{V T} = \frac{T V^3}{V T} = V^2$$

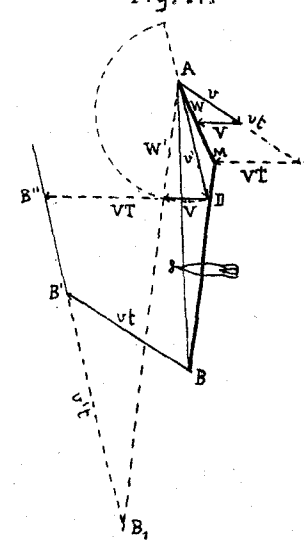
$$B F = \sqrt{B E} = V \quad \text{y} \quad A P = B G \frac{v}{V} = B F \frac{v}{V} = v = \rho.$$

Las curvas de vientos de trabajo mínimo constante, tienen la forma de la indicada en la figura, cortan á la prolongación del rumbo, ó sea al eje, á distancias de A iguales á

$$-\sqrt{\frac{4}{27} \frac{C}{L}} \text{ y } + \infty$$

y no tienen asíntotas.

Fig. 71.



2.° *Viento variable con el tiempo.*—Suponiendo, como en el caso anterior, el movimiento del dirigible referido á la masa de aire, el punto de arribada describirá, no una recta como en el caso de viento constante, sino una línea cuya dirección en cada momento será la del viento, pero recorrida con velocidad igual y contraria á la de éste. Para simplificar el problema, supondremos que el viento v sólo sufre un cambio en otro v' al cabo de un tiempo t de la partida.

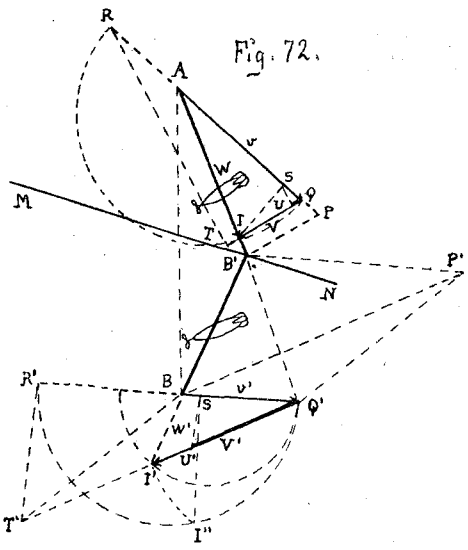
En este caso, el punto de arribada B describirá una línea quebrada $B B' B''$..... (fig. 71), siendo $B' B = v t$. Tomando en prolongación de

$B' B''$ y á partir de B' una magnitud $B' B_1 = v' t$, el problema queda reducido al del caso anterior, pues sería lo mismo que si el viento fuese v' constante y el punto de arribada estuviese en B_1, pudiendo determinarse así la velocidad propia V de trabajo mínimo en magnitud y dirección, la cual, compuesta con v dará el rumbo y velocidad absoluta de partida $A C$, que limitaremos en un punto M correspondiente al tiempo t, para lo cual tomaremos $A N = v t$ y trazaremos por N una paralela á V. La segunda parte de la derrota será la recta $M B$ recorrida conforme al caso anterior.

La derrota propia es rectilínea, y está representada en magnitud y dirección por la recta $D B''$; la velocidad económica es constante é igual á V; la derrota absoluta es también rectilínea cuando la componente transversal del viento no varía, y es una línea quebrada hacia barlovento ó hacia sotavento cuando aumenta ó disminuye dicha componente transversal, análogamente á la derrota de mínima duración, siendo, por lo tanto, aplicables las mismas reglas prácticas de esta derrota.

Si el viento v' fuese de menor trabajo mínimo que el v, la solución consistiría en esperar para emprender el viaje á que el nuevo régimen estuviera establecido, si la partida no hubiera de verificarse en un momento dado.

3.° *Viento variable con el lugar.*—Supongamos como en la derrota de mínima duración que haya una línea divisoria de los vientos v y v', y sea ésta la $M N$ (fig. 72). Para resolver el problema, el procedimiento más expedito consiste en calcular gráficamente la suma de trabajos mínimos correspondientes á varios puntos de paso de la divisoria y por tanteos determinar cuál sea el perteneciente á la derrota que se busca. Como es de suponer, en el cálculo gráfico de cada uno de los trabajos mínimos hay que emplear las mismas unidades, por lo tanto, si en el primero se toma como unidad de longitudes y de velocidades $\frac{3}{2} v$ (siguiendo el procedimiento de la figura 67), en el segundo habrá que tomar esta misma unidad, no pudiendo emplearse la semi-



circunferencia de diámetro $\frac{3}{2}\,v'$ para elevar al cuadrado el valor de V' sino una de diámetro $\frac{3}{2}\,v$ igual á la empleada en el cálculo análogo de la otra operación.

Por regla general, la derrota propia no es rectilínea, ni la velocidad constante antes y después del paso de la divisoria, pudiendo aplicarse las reglas prácticas de la derrota de mínima duración en el caso análogo.

4.° *Viento variable con el tiempo y el lugar.*—En este caso se emplearán los procedimientos explicados para cada caso aislado, y procediendo después por tanteos.

En todos los casos de derrota de mínimo trabajo debe de tenerse en cuenta que los motores y propulsores empleados en la aeronáutica, el rendimiento es máximo para un cierto régimen de marcha para el que están calculados, y, por lo tanto, si se hace disminuir la velocidad propia por debajo de este régimen (generalmente próximo á la velocidad máxima), el consumo de combustible ó de energía de que se disponga es algo mayor que el proporcional á $T\,V^3$, y, por lo tanto, la derrota de mínimo trabajo motor (ó sea de mínimo consumo de combustible) se conseguirá marchando con una velocidad algo mayor que la calculada, para que el ángulo que forme la dirección del viento con la de la proa sea algo mayor que a, pero sin llegar á 90°, pues para esto tendría el consumo de combustible que ser proporcional á $T\,V$, lo que no llega á ocurrir en ningún motor aeronáutico. Este ángulo se aproximará tanto más á a, cuanto más constante sea el rendimiento del sistema motor-propulsor para las diferentes velocidades.

Derrota de altura máxima.

El problema consiste en determinar la derrota que ha de llevar un dirigible que deba marchar de un punto á otro, y que, ya por mantenerlo lo más alejado posible del fuego enemigo en tiempo de guerra, ó por evitar la proximidad de obstáculos que puedan ofrecer peligro en una marcha nocturna ó en condiciones de visualidad difícil, convenga efectuar el viaje á la mayor altura posible sobre el suelo durante todo el trayecto.

La determinación de esta derrota es un problema puramente topográfico, que se resolverá fácilmente con el plano, de modo análogo al empleado para el trazado de carreteras entre dos puntos, solamente habrá que tener en cuenta las observaciones siguientes:

1.° La altura máxima del terreno que se recorra debe ser inferior á la máxima que pueda alcanzar el dirigible.

2.° Esta altura máxima debe hallarse lo más al final del trayecto que sea posible, que es cuando el dirigible estará más apto para alcanzarla con menor sacrificio de lastre.

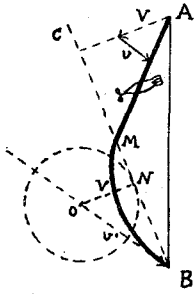
3.° Si no fuese posible efectuar lo anterior, se debe procurar que el paso por la altura máxima corresponda con las primeras horas del día, á fin de aprovechar el efecto del golpe de sol, si el viaje se efectuase en globo dirigible.

4.° Dentro de estas condiciones debe elegirse el trazado que dé menor altura media del terreno sobre el mar sin alargar la duración del viaje más de lo conveniente, según las circunstancias del caso.

Derrota de arribada más probable.

Supongamos que se trata de efectuar un viaje de A á B (fig. 73) con un viento v, y que, aunque se ignoran los cambios de vientos probables que pueden ocurrir, se conoce la dirección en que suelen saltar los vientos v', de intensidad superior á la velocidad propia V, los cuales pueden impedir la realización del viaje.

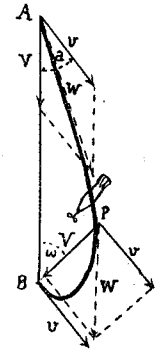
Fig. 73.



Si B está dentro del sector abordable para el viento v', la solución de este problema es la derrota de mínima duración; pero si no lo estuviera, se habrá de procurar que lo esté lo antes posible, ó, lo que es lo mismo, llegar con el dirigible á la recta $B\,C$, límite del sector, dentro del cual es navegable el viento v' para un dirigible de velocidad propia V y con rumbo á B, y que llamaremos *sector de arribada*. Esta recta $B\,C$ se obtendrá trazando el triángulo rectángulo $B\,O\,N$ con hipotenusa $B\,O = v'$ y cateto $O\,N = V$.

Para llegar lo antes posible á esta recta habrá que partir con rumbo propio perpendicular á ella, y, por lo tanto, siguiendo la derrota $A\,M$ hasta llegar á cortarla, y desde este momento se deberá ir describiendo una curva hacia B, á cuyo punto se debe arribar con rumbo igual á la dirección de v', á fin de que sucesivamente vaya estando B dentro de los sectores abordables de vientos de la dirección de v', y cada vez de mayor intensidad.

Fig. 74.



Si el punto M sobre la $B\,C$ resultase á sotavento de B con relación á v', se deberá emplear la derrota de mínima duración.

Derrota de proa á punto fijo.

Sea A el punto de partida y B el de arribada (fig. 74), y supongamos que la dirección de la proa ó rumbo propio del dirigible se hace

pasar constantemente por este último punto. Si v es la velocidad del viento, a el ángulo que forma con la línea $A\,B$ de longitud l, V la velocidad propia y W la absoluta, las coordenadas polares de la derrota referida al polo B y eje $B\,A$ se podrán deducir de las ecuaciones diferenciales

$$d\rho = -V\,d\,t - v\cos(a+\omega)\,d\,t \qquad d\omega = \frac{v\,d\,t\,\mathrm{sen}\,(a+\omega)}{\rho}$$

de las que se deduce eliminando $d\,t$

$$\frac{d\rho}{\rho} = -\frac{V}{v}\,\frac{d\,\omega}{\mathrm{sen}\,(a+\omega)} - \frac{d\,\omega}{\mathrm{tg}\,(a+\omega)}$$

que, integrada, da la ecuación polar de la derrota

$$\rho = C\,\frac{\mathrm{ctg}\,\frac{1}{2}\,(a+\omega)^{\frac{V}{v}}}{\mathrm{sen}\,(a+\omega)}.$$

Para el punto de partida tenemos

$$l = C\,\frac{\mathrm{ctg}\,\frac{1}{2}\,a^{\frac{V}{v}}}{\mathrm{sen}\,a}$$

de donde

$$C = \frac{l\,\mathrm{sen}\,a}{\mathrm{ctg}\,\frac{1}{2}\,a^{\frac{V}{v}}}$$

que sustituído en la ecuación anterior nos dá

$$p = l\,\frac{\mathrm{sen}\,a}{\mathrm{sen}\,(a+\omega)}\left(\frac{\mathrm{tg}\,\frac{1}{2}\,a}{\mathrm{tg}\,\frac{1}{2}\,(a+\omega)}\right)^{\frac{V}{v}}.$$

Analizando la ecuación polar de esta curva, que es la conocida con el nombre de *curva del nadador*, se deducen las consecuencias siguientes:

1.ª Cuando V sea menor que v no será posible arribar al punto B aunque esté comprendido en el sector abordable.

2.ª Siendo V mayor que v, la arribada se verificará para un ángulo $\omega = 180^\circ - a$, ó sea con viento de proa. Esta propiedad hace que el empleo de la derrota con proa á punto fijo sea conveniente para preparar la arribada que, como sabemos, es necesario efectuar con la menor velocidad absoluta posible ó sea con viento de proa.

3.ª La duración de un viaje de ida y vuelta entre dos puntos ó de un circuíto poligonal cerrado es independiente de la dirección del viento.

4.ª En un viaje de un punto á otro la duración es la misma cuando la proa se dirige contínuamente al punto de arribada, que cuando se dirige sucesivamente á puntos intermedios situados en la línea recta que una los extremos.

Salvo en la preparación de la arribada, y cuando sea difícil observar el rumbo sobre el terreno, pudiendo observarse, en cambio el punto de arribada ó alguno de la dirección que se desee seguir, en los demás casos no es conveniente el empleo de esta derrota que aumenta la duración del viaje sin presentar ninguna ventaja importante.

Al preparar la arribada, debe retardarse el empleo de esta derrota todo lo posible á fin de no aumentar la duración del viaje ó el consumo de combustible inútilmente. Para ver en qué momento habrá que comenzar á seguir esta derrota, observaremos que mientras el dirigible la describe con relación al suelo, su derrota propia es la curva llamada *del perro* ó *del perseguimiento*, puesto que se dirige con velocidad constante V hacia el punto de arribada, que con relación al aire, se mueve siguiendo una recta contraria á la dirección del viento y con su misma velocidad v.

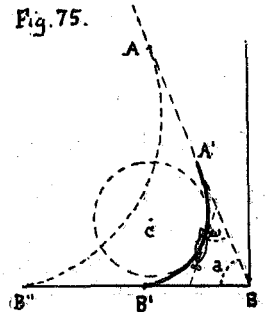
La ecuación de esta curva es

$$\varphi = \frac{1}{2}\left[\frac{c\,y^{\frac{v}{V}+1}}{\frac{v}{V}+1} + \frac{1}{\left(\frac{v}{V}-1\right)c\,y^{\frac{v}{V}-1}}\right] + C$$

cuando $v \gtrless V$, ó $\varphi = \frac{1}{2}\left[\frac{c\,y^2}{2} - \frac{1}{c}\log y\right] + C$ si $v = V$, siendo c y C constantes que dependen de la posición inicial de los dos móviles. Haciendo variar la distancia inicial AB (fig. 75) las curvas correspondientes

son semejantes y por lo tanto los radios de curvatura mínimos serán proporcionales á estas distancias. Así pues, para ver á qué distancia habría que empezar á describirla bastaría determinar cuál es la que corresponde á la curva cuyo mínimo radio de curvatura sea igual al de la circunferencia más pequeña C que pueda describir el dirigible según su construcción. Suponiendo que ésta fuera la $A'B'$, á una distancia menor que $A'B$ no sería posible seguir la derrota con proa al punto B por no permitirlo la flexibilidad de derrota propia del dirigible.

Fig. 75.



Vamos á calcular esta distancia mínima $A'B$.

Por la propiedad fundamental de la curva del perro se verifica que

$$\frac{v\,d\,t \operatorname{sen}(a+\omega)}{\rho} = \frac{V\,d\,t}{r},$$

siendo r el radio de curvatura en un punto cualquiera, puesto que el ángulo que forme dos tangentes consecutivas ha de ser igual al que formen los radios correspondientes. De aquí deducimos que

$$r = \frac{V\rho}{v \operatorname{sen}(a+\omega)} = \frac{V}{v}\, l \frac{\operatorname{sen} a}{\operatorname{sen}^2(a+\omega)} \left(\frac{\operatorname{tg}\frac{1}{2}a}{\operatorname{tg}\frac{1}{2}(a+\omega)} \right)^{\frac{V}{v}}.$$

Diferenciando esta ecuación con relación á $(a+\omega)$, tendremos:

$$\frac{d\,r}{d(a+\omega)} = \frac{V}{v}\, l \operatorname{sen} a \operatorname{tg}\frac{1}{2}a^{\frac{V}{v}} \frac{\operatorname{sen}^2(a+\omega)\frac{V}{v}\left(\operatorname{tg}\frac{1}{2}(a+\omega)\right)^{\frac{V}{v}-1}\frac{1}{2\cos^2\frac{1}{2}(a+\omega)} + \left(\operatorname{tg}\frac{1}{2}(a+\omega)\right)^{\frac{V}{v}} 2\operatorname{sen}(a+\omega)\cos(a+\omega)}{\operatorname{sen}^4(a+\omega)\left(\operatorname{tg}\frac{1}{2}(a+\omega)\right)^{\frac{2V}{v}}}$$

Este valor se anula cuando

$$\cos(a+\omega) = -\frac{V}{2v},$$

de lo que se deduce que el radio mínimo es

$$r = \frac{V}{v}\, l \frac{\operatorname{sen} a}{1-\frac{V^2}{4v^2}} \left(\frac{\operatorname{tg}\frac{a}{2}\sqrt{1-\frac{V^2}{4v^2}}}{1+\frac{V}{2v}} \right)^{\frac{V}{v}},$$

y por lo tanto,

$$l = r \frac{v\left(1 - \frac{V^2}{4\,v^2}\right)}{V \operatorname{sen} a} \left(\frac{1 + \frac{V}{2\,v}}{\operatorname{tg} \frac{a}{2} \sqrt{1 - \frac{V^2}{4\,v^2}}} \right)^{\frac{V}{v}}.$$

Los distintos valores de $\frac{l}{r}$ en función de $\frac{V}{v}$ y de a pueden obtenerse fácilmente por medio de una tabla de doble entrada ó de un abaco que evite efectuar los cálculos á bordo para preparar la arribada.

Si V es menor que v, ya sabemos que esta derrota no conduce al punto de arribada, por lo tanto, en la preparación de esta operación habrá que dirigir la proa á un punto situado á barlovento de B y algo desviado al costado opuesto á aquel donde esté el dirigible con relación á la dirección del viento, para que al hallarse á barlovento de B pueda dirigir su proa al viento y llegar á B en condiciones de efectuarse la arribada.

II. Viajes de un punto á una línea.

Derrota de mínima duración.

La solución consiste en marchar con la dirección de la proa perpendicular á la línea de arribada si ésta es una recta. Si d es la distancia del punto A á la recta (fig. 76), v la velocidad del viento y ω el ángulo que

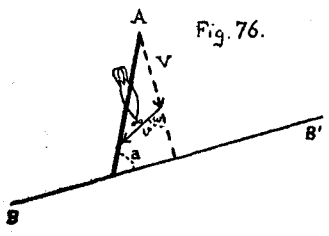


Fig. 76.

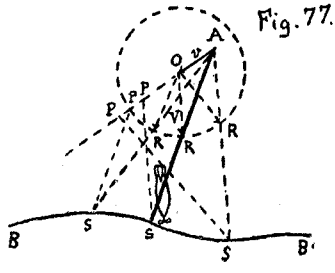


Fig. 77.

forma con la perpendicular á la recta de arribada, el tiempo empleado en el trayecto será

$$T = \frac{d}{V + v \cos \omega}.$$

Si $\omega > 90°$ y $v \cos \omega > V$, la recta de arribada estará fuera del sector abordable en toda su extensión y, por lo tanto, el problema es imposible. El ángulo que forma el rumbo seguido con la recta de arribada

$$a = \operatorname{arc\,tg} \frac{V + v \cos \omega}{v \operatorname{sen} \omega} \text{ (fig. 77).}$$

En el caso de que la línea de arribada sea una curva habrá que resolver por tanteos el problema, trazando varios rumbos $A\,S$, $A\,S'$, .. y la circunferencia de velocidades absolutas O y hallando el tiempo que se emplearía en el trayecto siguiendo cada uno de ellos, ó sea el cuociente de la longitud de cada derrota por la velocidad absoluta correspondiente; estos valores estarían representados por las magnitudes $A\,P$, $A\,P'$, ... tomando $A\,O$ como unidad. El radio $O\,R$, correspondiente al menor cuociente, determinaría la dirección del rumbo propio de la derrota de mínima duración $A\,S$.

Derrota de mínimo trabajo.

Suponiendo referido el movimiento del dirigible á la masa de aire como en los casos análogos anteriores, la recta de arribada se moverá con relación al dirigible paralelamente á sí misma, acercándose ó alejándose de él con una velocidad igual á la proyección de la del viento sobre la normal á la recta, por lo tanto, podremos considerar que el viento siempre es directo ó contrario y de una velocidad $v \cdot \cos \omega$.

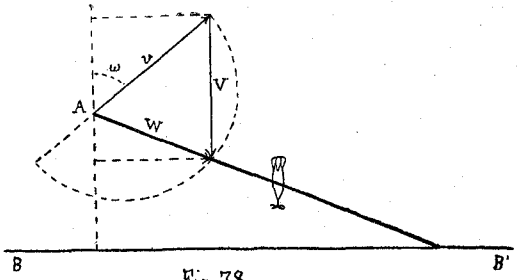


Fig. 78

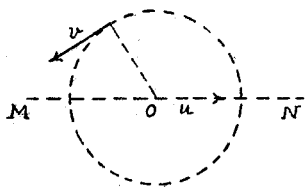
Si la recta de arribada se encuentra á sotavento del punto de partida, la solución consistirá en parar el motor y efectuar el viaje á la deriva con trabajo cero y en un tiempo $\frac{L}{v \cos \omega}$, siendo L la mínima distancia del punto de partida á la recta de arribada; pero si estuviese á barlovento, ó sea cuando el viento sea de componente negativa con relación á la normal, habrá que marchar con una velocidad económica $= \frac{3}{2} v \cos \omega$ (como se vió en el caso de viento contrario en los viajes de un punto á otro) y con la dirección de la proa á rumbo propio perpendicular á la recta de arribada $B\,B'$ (fig. 78). La longitud de la derrota propia será $3\,L$, y el trabajo mínimo desarrollado $K \,.\, S\, \frac{27}{4}\, L\, v^2 \cos^2 \omega$.

III. Derrota para huir de una depresión.

Como ya sabemos, en las capas de la atmósfera, donde por regla general se efectúan los viajes aéreos, se puede suponer que en un régimen ciclónico normal el viento se mueve con un ángulo de deflexión igual á 90° y con velocidad sensiblemente constante, mientras el centro de la depresión se mueve siguiendo una recta en dirección W-E.

Si MN (fig. 79) es la línea en la cual se mueve el vórtice de la depresión con velocidad u, y alrededor de éste gira el viento con velocidad v, independiente de la del ciclón, y con dirección normal y á la derecha del gradiante, vamos á calcular qué curva describe cada molécula del viento producido por este régimen, con relación al centro del ciclón O.

Fig. 79.



La intensidad y dirección del viento relativo para el centro O se hallarán componiendo las que tiene en realidad con la velocidad igual y de sentido contrario á la u del ciclón (fig. 80).

Si tomamos como polo de coordenadas polares el punto O, y como eje la normal á MN por O, tendremos

$$d\rho = u \operatorname{sen} \omega \, d t \qquad d\omega = (v + u \cos \omega) \, d t,$$

de donde, eliminando $d t$, tendremos la ecuación diferencial de la curva

$$\frac{d\rho}{\rho} = \frac{\operatorname{sen} \omega}{\frac{v}{u} + \cos \omega} \, d\omega$$

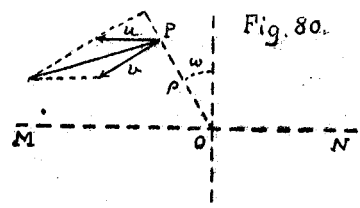
que, integrada, da

$$\rho = \frac{C}{\frac{v}{u} + \cos \omega}$$

ecuación polar de una curva de segundo grado, que tiene uno de sus focos en el polo del sistema, y uno de sus ejes coincidiendo con el eje de las coordenadas.

Si llamamos l á la distancia del punto de intersección del eje con la curva al centro O del ciclón, resulta $\rho = l \dfrac{v + u}{v + u \cos \omega}$, de lo que se deduce que l es el valor mínimo que puede tener.

Fig. 80.

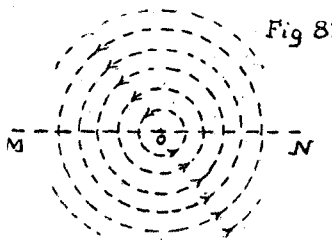


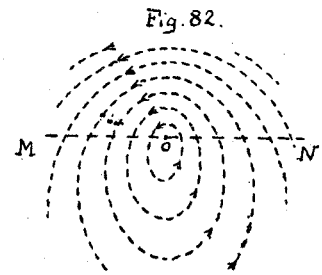
Si u fuese igual á cero, la ecuación sería $\rho = l$, que representa una circunferencia de radio l. Cada molécula giraría alrededor del centro de depresión á distancia invariable (fig. 81).

Si u es menor que v, cada molécula describirá una elipse, uno de cuyos focos es O y el eje mayor coincidirá con el de coordenadas (fig. 82).

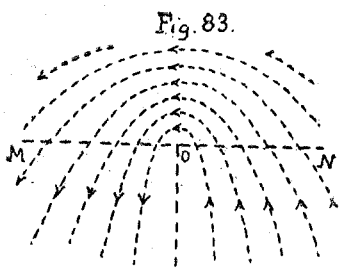
Si u es igual á v, las curvas resultantes son parábolas, cuya ecuación polar es $\rho = l \frac{2}{1 + \cos \omega}$ (fig. 83). Los puntos situados en la prolongación del eje de coordenadas no tendrán movimiento alguno.

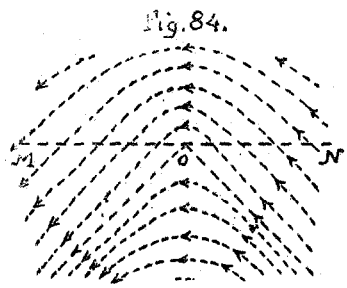
Si u es mayor que v, resultarían las ramas de hipérbolas homofocales, representadas en la figura 84, cuyas asíntotas forman con el eje un ángulo $\omega = \text{arc cos} \left(- \frac{u}{v} \right)$. Los puntos para los cuales cos ω tenga este valor, se moverían en línea recta, hacia el centro de la depresión los situados delante de ella y en sentido contrario los situados detrás.





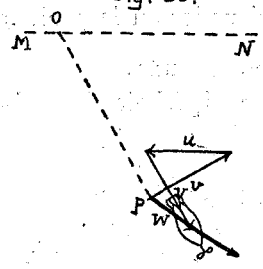
De la discusión de esta ecuación se deduce que todas las moléculas de aire situadas detrás de la normal á la trayectoria de la depresión en su centro se mueven acercándose hacia dicho centro y los situados detrás de esta línea se mueven alejándose de él, por lo tanto, así como en la navegación marítima se considera *semicírculo peligroso* el situado al sur de la trayectoria del ciclón, porque en él los vientos tienden á acercar al buque hacia el vórtice, y *manejable* el opuesto por la razón contraria, en la navegación aeronáutica hay que considerar *peligroso* el semicírculo delantero y *manejable* el posterior. Esta diferencia se explica porque al





nivel del mar el ángulo de deflexión es mucho menor que el que tiene el viento en las capas atmosféricas de altura media.

Fig. 85.

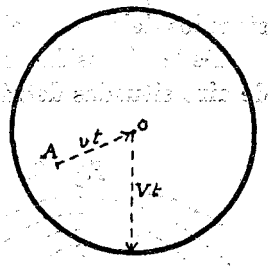


Un dirigible que se encuentra sometido á la acción de una depresión peligrosa, deberá maniobrar de modo que se aleje con la mayor velocidad posible del centro de la depresión, para ello deberá moverse con rumbo propio en dirección opuesta al gradiante (fig. 85), ó sea *con viento á la cuadra por estribor* (siempre refiriéndonos al hemisferio boreal), regla que en la navegación aeronáutica sustituye á la de *ceñir el viento por la amura de estribor* que se emplea en los casos análogos de la navegación marítima.

Campo de acción de un dirigible.

El campo de acción de un dirigible que pueda marchar sin interrupción t horas y acampar en el punto de llegada, sea éste cual fuere, es un círculo cuyo centro se halla á sotavento del punto de partida y á una distancia de él igual á $v\,t$, y cuyo radio es $V\,t$ (fig. 86). El área del campo de acción en este caso es constante para cada dirigible, y solamente variará la posición de su centro con la dirección y la intensidad del viento.

Fig. 86.



Si el dirigible tuviese necesidad de regresar al punto de partida al final de su recorrido, el campo de acción estaría limitado por una curva tal, que, dividiendo la longitud de un radio vector de ella por las velocidades absolutas de ida y de vuelta, y sumando los cuocientes, la suma sea constante é igual á t (fig. 87)

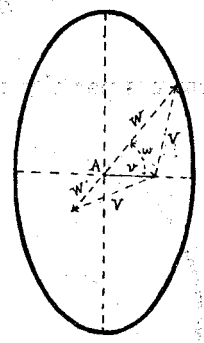
$$\frac{\rho}{\sqrt{V^2 - v^2 \operatorname{sen}^2 \omega} + v \cos \omega} + \frac{\rho}{\sqrt{V^2 - \operatorname{sen}^2 \omega} - v \cos \omega} = t$$

$$\rho = \frac{1}{2} V t \frac{1 - \frac{v^2}{V^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{V^2} \operatorname{sen} \omega}}.$$

Esta es la ecuación polar de una elipse, cuyo centro está en A, y cuyos semi-ejes son: el menor,

$$= \frac{1}{2} V t \left(1 - \frac{v^2}{V^2}\right),$$

Fig. 87.



paralelo al viento; y el mayor,

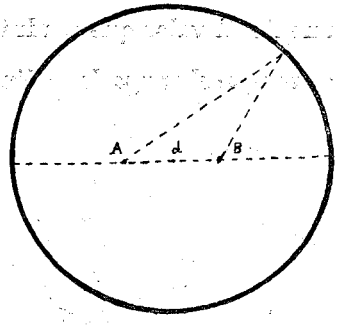
$$= \frac{1}{2} V t \sqrt{1 - \frac{v^2}{V^2}},$$

perpendicular al viento. El radio de acción medio para un viento v de dirección indeterminada es la media geométrica de los semi-ejes, ó sea

$$r = \frac{1}{2} V t \left(1 - \frac{v^2}{V^2}\right)^{\frac{3}{4}}.$$

Si $v = 0$, el campo de acción será la circunferencia de radio $\frac{1}{2} V t$; como se ve, este radio es mayor que cualquiera de los correspondientes á las elipses en el caso de ser v distinto de cero.

Fig. 88.



Si partiendo del punto A tuviese el dirigible que volver á una estación de arribada B al final de su recorrido, siendo el viento cero, el campo de acción estaría limitado por una elipse (fig. 88), cuyos focos serían los puntos A y B, el semi-eje mayor $= \frac{1}{2} V t$, y el menor

$$= \frac{1}{2} V t \sqrt{1 - \frac{d^2}{V^2 t^2}},$$

siendo d la distancia entre las dos estaciones. En este caso, como el dirigible podrá volver también al punto de partida, en realidad el campo de acción se compondrá de la semi-elipse $P\,M\,P'$, y el segmento de círculo $P\,N\,P'$ (fig. 89).

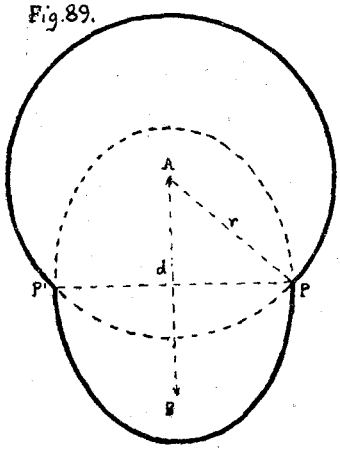
Diferenciando, con relación á d, el valor del área del conjunto de este

campo de acción, se demuestra que es máximo para un mismo valor del radio r de la circunferencia, cuando

$$d = \frac{1}{4}\left(\sqrt{64 + \pi^2} - \pi\right) r = 1{,}36\, r.$$

Esto nos permite resolver el problema de determinar á qué distancia es más conveniente colocar las estaciones, dada la velocidad propia, el tiempo de marcha y la intensidad media del viento que haya de encontrarse en los días navegables.

Fig. 89.



Siendo v la intensidad media del viento en los días navegables, el radio medio de acción regresando al punto de partido es

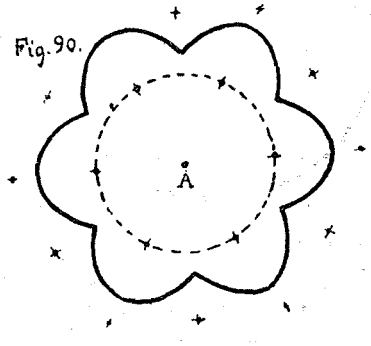
$$r = \frac{1}{2} V t \left(1 - \frac{v^2}{V^2}\right)^{\frac{3}{4}}$$

y la distancia á que deben colocarse las estaciones para que el campo de acción sea máximo, será:

$$d = \frac{1}{8}\left(\sqrt{64 + \pi^2} - \pi\right) V t \left(1 - \frac{v^2}{V^2}\right)^{\frac{3}{4}}.$$

Suponiendo $v = \frac{1}{2} V$, que es aproximadamente el valor que tendrá en la práctica, resulta $d = 0{,}54\ V t$, ó sea que: *para que el campo de acción medio de un dirigible sea máximo deben colocarse sus estaciones á una distancia igual aproximadamente á la mitad del recorrido máximo que pueda efectuar con velocidad propia.*

Fig. 90.



Para cubrir una cierta extensión de terreno con un número ilimitado de estaciones, la disposición más conveniente, é igualdad de las demás circunstancias, es la exagonal, pues así cada estación estaría rodeada de otras seis, situadas todas ellas entre sí á la distancia del campo de acción má-

ximo. Para un dirigible situado en la estación *A* (fig. 90), el campo de acción total tendría la forma indicada en la figura.

Resumen general de la Navegación aeronáutica.

Recibidas las noticias del régimen atmosférico y tiempo probable que comunique el Observatorio Meteorológico con que esté en relación la estación de partida, el Comandante del dirigible en vista de ellas y de las observaciones locales que efectúe, procurará formarse una idea lo más exacta posible del régimen meteorológico, y deducirá de él las variaciones que tendrán lugar, probablemente, en la dirección é intensidad del viento en cada punto del trayecto, así como la influencia sobre ellas de la orografía del terreno y altura de cada capa atmosférica navegable. En vista del resultado que se obtenga en este estudio determinará la altura más conveniente para la navegación, y hará el trazado de la derrota siguiendo las reglas ya explicadas.

En la práctica, salvo casos excepcionales, las derrotas que se seguirán no se ajustarán estrictamente á uno solo de los tipos estudiados en estos apuntes, sino que habrá que tenerse en cuenta varios de ellos, aunque las circunstancias del caso determinarán cuál será el predominante; así, pues, siguiendo la derrota de mínima duración, convendrá tener en cuenta la de mínimo trabajo y determinar en qué puntos del trayecto se puede acortar la marcha propia para disminuir el consumo de combustible, sin gran aumento de la duración; en la derrota de mínimo trabajo convendrá, generalmente, no reducir la velocidad hasta llegar al valor calculado de la económica sino seguir una marcha algo mayor que, aunque de menor rendimiento, no aumentará tanto la duración como si se siguiera estrictamente la derrota que hemos estudiado. También estas derrotas deben ser influenciadas por la de arribada más probable, ó por la de huir de una depresión, etc., según los casos, y solamente la práctica del Comandante del dirigible en la Navegación aeronáutica puede servir para obtener la solución más conveniente, sin que sea posible dar reglas fijas en este punto.

También convendrá tener determinados de antemano los puntos del terreno que se puedan considerar como de refugio contra los vientos peligrosos que más probablemente puedan presentarse, á fin de evitar dilaciones que pudieran dar lugar á accidentes al buscar el refugio si llegase el caso.

Una vez verificadas todas estas operaciones y estando en la seguridad

de que el aprovisionamiento es completo y que todos los mecanismos están dispuestos á funcionar en perfectas condiciones, se pondrá en marcha el dirigible tratando de seguir constantemente la derrota marcada siempre que las predicciones del tiempo que la sirven de fundamento se vayan confirmando. En caso contrario habrá que ir modificando la derrota en el sentido más favorable á fin de que constantemente se siga el rumbo correspondiente á la derrota más conveniente según las predicciones del momento.

Para convencerse de que sigue la derrota que se desea es necesario efectuar contínuamente ó por lo menos con cortos intervalos, la determinación del punto por el procedimiento que se crea más aplicable según el caso. Conociendo el punto, el rumbo y la velocidad absoluta por los procedimientos explicados en la primera parte, se pueden determinar la velocidad y dirección del viento haciendo la composición de velocidades, la cual se puede efectuar fácilmente empleando un gráfico en que se tengan trazadas dos series de circunferencias concéntricas de distinto color para evitar confusiones, cuyos radios indiquen las velocidades del viento y absoluta y cuyos centros estén á una distancia igual á la velocidad propia expresada en la misma escala que las anteriores. Colocando la línea de los centros paralela al eje del dirigible, y tomando á partir de uno de ellos la magnitud que represente la velocidad absoluta en su dirección correspondiente, el extremo de esta magnitud indicará con relación al otro centro la intensidad y dirección del viento.

Durante la marcha se deben ir anotando, con la frecuencia que lo permitan las continuas maniobras que habrá que ir efectuando, la hora y minutos de la observación, el punto donde se esté, la altura sobre el nivel del mar que marque el barómetro, el rumbo, el rumbo propio, la velocidad absoluta, la velocidad propia deducida del anemómetro ó del número de revoluciones del motor, la inclinación del eje del dirigible, las presiones interiores, las inclinaciones de los estabilizadores y del timón, las temperaturas seca y húmeda, arrojes de lastre, golpes de válvula y marcha de los ventiladores, y las observaciones dignas de mención que se hagan en el exterior, como son velocidad y dirección del viento en tierra, nebulosidad, etc.

En la mayoría de los casos no podrán los aeronautas atender á la anotación de todas estas observaciones, pero si fueran pasajeros á bordo deberá ser utilizado uno de ellos para esta operación. De todos modos es conveniente llevar en la hoja de ruta un encasillado para todo esto á fin de simplificar las anotaciones que se efectúen.

Al llegar á la proximidad del punto de arribada se empleará la derrota con proa á punto fijo, ó se hará el giro necesario con el menor ra-

dio para presentar la proa al viento cuando se llegue á dicho punto, si la dirección del viento en tierra fuese conocida, efectuándose entonces el descenso con las maniobras propias de cada aparato.

Después del viaje, el Comandante deberá recopilar todos los datos de la ascensión en un resumen en que se expliquen todas las circunstancias de ella, las razones que haya tenido para la elección de la derrota, los procedimientos que haya seguido para determinar el punto, y, en fin, todos los incidentes dignos de mención que redunden en lección provechosa para sí y para los demás que traten de imponerse en la práctica de esta importante rama de la Aeronáutica.

FIN

ÍNDICE

Páginas

Figuras A. (dos diagramas.)

FIGURA A.

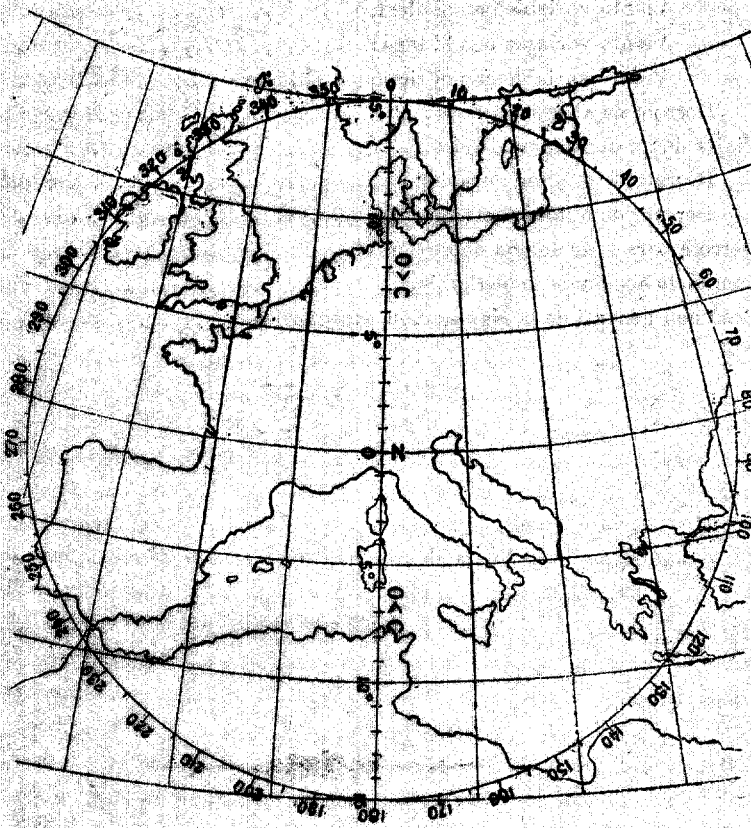


DIAGRAMA N.° 1.

FIGURA A.

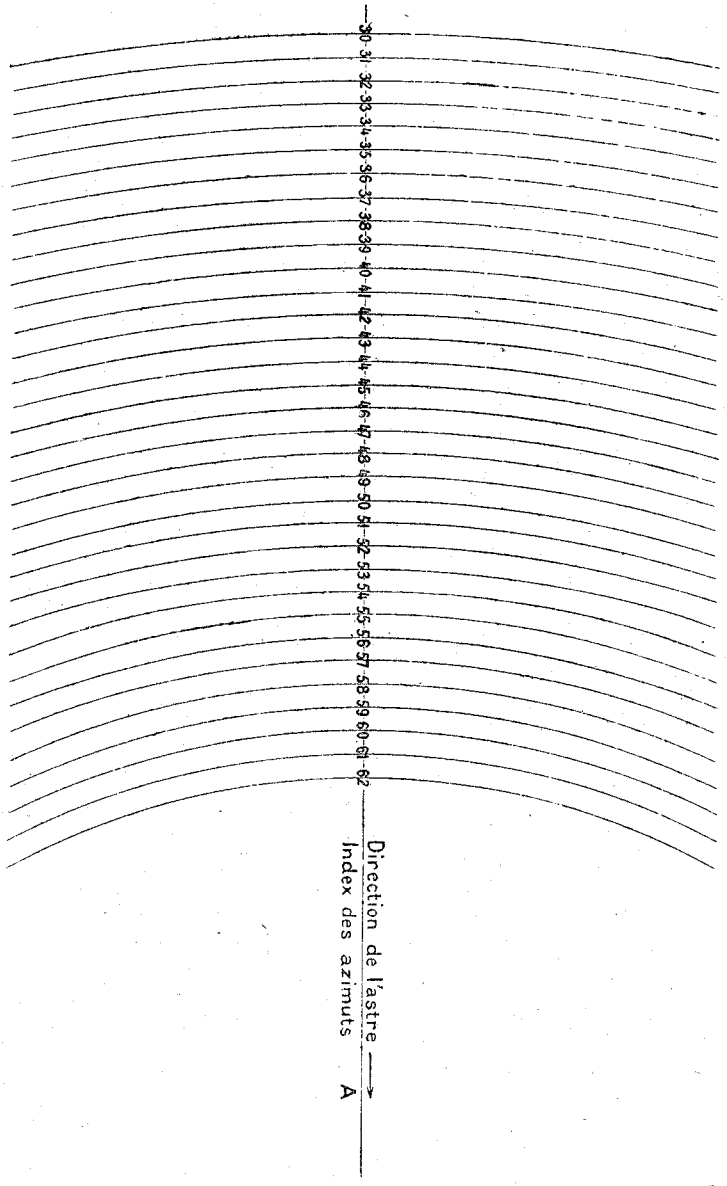


DIAGRAMA N.° 2.

Figuras B. (dos diagramas.)

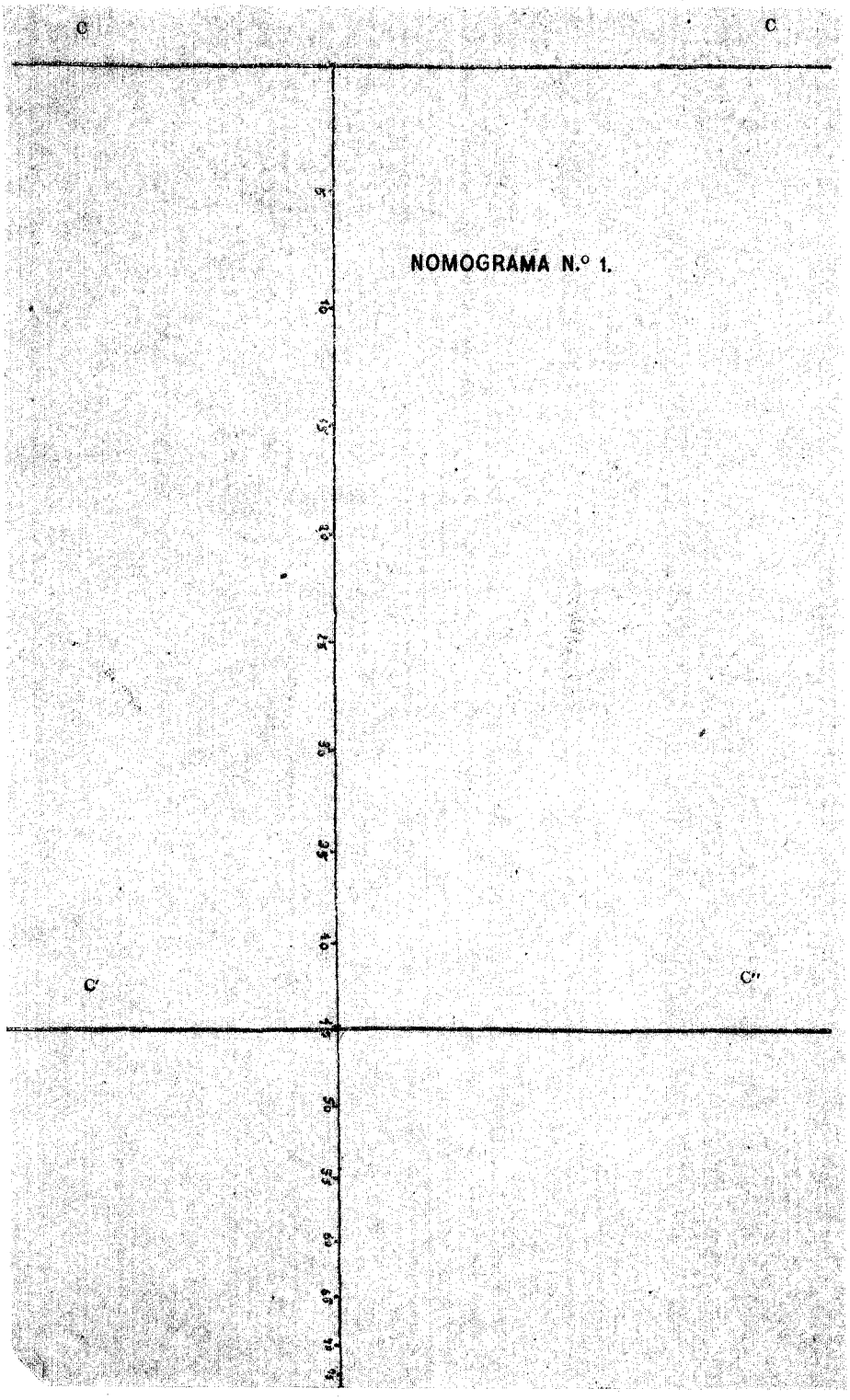
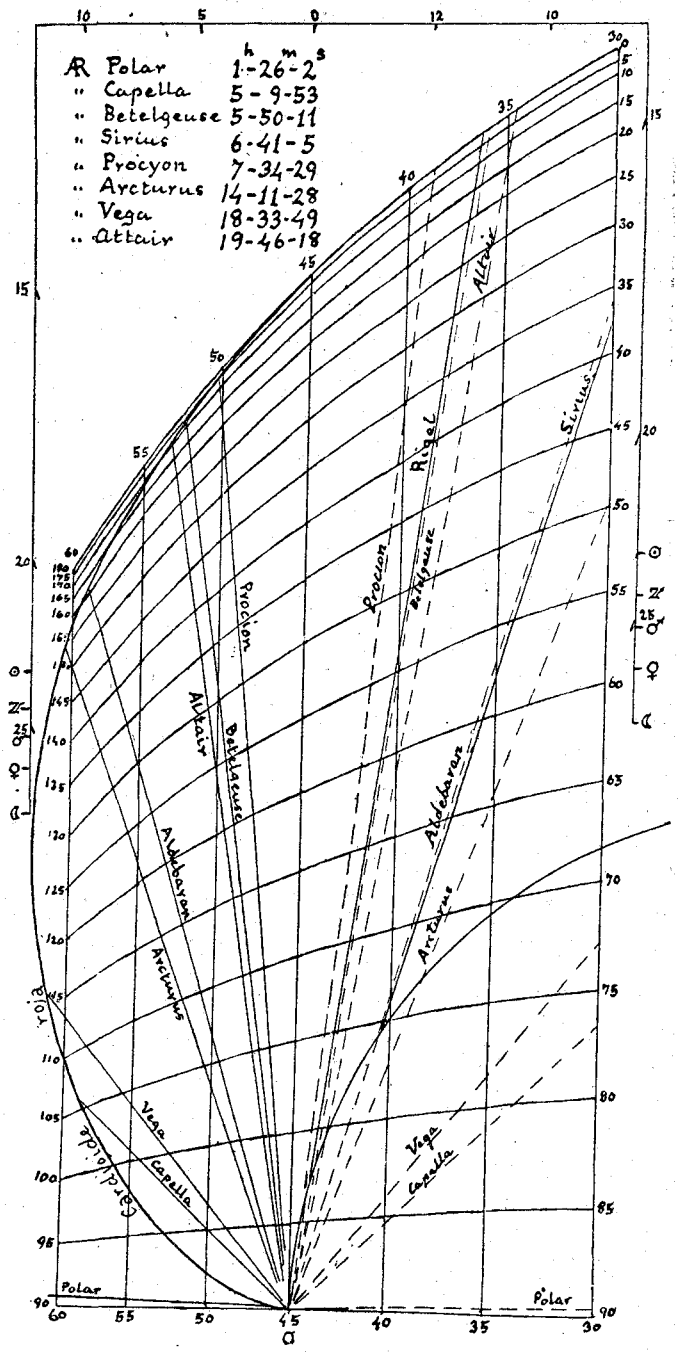

C
C
C'
C''
NOMOGRAMA N.° 1.

FIGURA B.


AR Polar 1-26-2
" Capella 5-9-53
" Betelgeuse 5-50-11
" Sirius 6-41-5
" Procyon 7-34-29
" Arcturus 14-11-28
" Vega 18-33-49
" Altair 19-46-18
Polar
Capella
Vega
Arcturus
Aldebaran
Betelgeuse
Procion
Rigel
Altair
Sirius
Polar
a

DISCURSO

DEL

ILMO. SR. D. EDUARDO MIER Y MIURA

DISCURSO

LEIDO ANTE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

EN LA RECEPCIÓN PÚBLICA

DEL

ILMO. SR. D. EDUARDO MIER Y MIURA

el día 28 de Mayo de 1911.

MADRID
IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»
1911.

Señores Académicos:

Las primeras frases de este discurso debieran encaminarse á daros una explicación de mi tardanza en escribirlo, y así sería si no lo impidieran razones que vuestro sereno y elevado espíritu apreciarán, sin duda alguna, como suficientes.

Tengo la pretensión de creer que la explicación habría de ser cumplida; pero, tan larga resultaría, de tal modo se sucederían en ella narraciones de trabajos tenazmente proseguidos y de amarguras y decepciones de todos géneros, que preferible parece, por el mal gusto que revelaría hablar de sí mismo y por el desaliento que en algunos pudiera producir tan lamentable historia, suprimirla por completo y consignar tan sólo que mi tardanza, más que de mi voluntad, ha sido hija de falta de tiempo, y, sobre todo, de estados de ánimo de los que no es posible emanciparse cuando en la lucha de la vida se pierden, una tras otra, batallas con esmero y entusiasmo preparadas y del alma, llena de pesimismo, se alejan las ilusiones y los atrevimientos tan necesarios para ocuparse en ciertos asuntos.

Ilusión se necesita tener, en efecto, para pensar que yo pueda decir algo que digno de vosotros sea, y atrevimiento hace falta para pretender ocupar de hecho un puesto al que la benevolencia de esta Academia me llamó, otorgándome indulgencia y merced tan notorias que huelga evidenciarlas.

Tan grandes han de ser ese atrevimiento y esa ilusión que, en disculpa mía, he de decir que sólo han llegado á infundirme el primero requerimientos cariñosos y persistentes de algunos de vosotros, y que, á pesar de amistosas exageraciones y de mis buenos propósitos, sigo creyendo que al ser elegido académico, sin duda para alentarme en mis estudios, no merecían mis trabajos, hablando de un modo absoluto, la honra con que se me favoreció.

De los que me la otorgaron, tantos son los que ya faltan y tan grandes méritos adornaban á todos ellos, que no parece acertado esbozar el retrato científico de cada uno, ni siquiera citarlos, y si de esta última regla general excluyo á mi queridísimo amigo D. Francisco de Paula Rojas, todos comprenderéis, porque conocíais el mutuo afecto que nos

profesábamos, que á ello me obliga, con irresistible impulso, el dolor profundo de no hallarle hoy entre vosotros.

A pesar de haber rendido, en sazón oportuna, á mi inolvidable amigo, que tan sabio y bueno era, mi modesto homenaje, lo repetiría ahora de buen grado, ampliando la biografía de hombre tan eminente, si no tuviera la absoluta seguridad de que Rojas está considerado por todos como una verdadera gloria de la ciencia española, según reconocía no ha mucho nuestro insigne Presidente al contestar al notable discurso de D. Blás Cabrera.

Dejó en la Academia la vacante para la que fuí elegido el Ilustrísimo Sr. D. Manuel Pardo, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, y una costumbre, digna de alabanza, me impone el deber, que respetuosamente cumplo, de tributar un recuerdo á la memoria de mi antecesor.

Y como por las circunstancias que concurrieron en la elevación á Académico de aquel sabio Ingeniero pudiera haber quien creyera difícil que yo cumpliera, con la indispensable imparcialidad, la misión de recordar los méritos del Sr. Pardo, prefiero valerme, para llenarla, de los conceptos con que los expresó y de los adjetivos con que los calificó el ilustre D. Miguel Merino, Secretario de esta docta Corporación durante tantos años, cuya respetable autoridad tan exenta ha de estar de encomiar méritos ajenos, para ensalzar indirectamente los propios, como de exagerarlos por miedo á que la malicia suponga tibieza en el aplauso.

De ingeniero sobresaliente y de reconocido mérito fué calificado el Sr. Pardo por el Sr. Merino, y en testimonio de que así era, citaba este sabio astrónomo el largo ejercicio de su profesión hecho por mi antecesor en España y lejos de nuestra patria; sus enseñanzas, en la Escuela de Caminos, de asignaturas tan importantes como el Cálculo infinitesimal, la Hidráulica y la Química; sus servicios como Secretario inteligente y activo de la referida Escuela, y el «ser autor de numerosas, bien pensadas y elegantemente escritas producciones científicas y de libros de texto y de consulta, como el titulado *Materiales de construcción*, justamente apreciados por la doctrina que contienen y por el orden y claridad de exposición».

Tan elevado concepto de la ciencia del Sr. Pardo no era inferior al que le merecía, como hombre, al Sr. Merino, según se desprende de la semblanza moral que de él escribió en los siguientes términos: «Era hombre de tacto y experiencia y de vastos conocimientos administrativos, como lo demostró en el desempeño acertado, por algún tiempo, de la importante Dirección de Obras públicas, en el Ministerio de Fomento, y persona de afable trato, y de conversación amena y substanciosa, que revelaba su mucha y variada instrucción, sin asomo de pedantería nunca,

y la rectitud y agudeza de su juicio: un sabio y un caballero, en toda la extensión de la palabra».

Con esto y con agregar que el mismo Sr. Merino reconocía en el señor Pardo «extenso saber, desinteresado amor al estudio, extraña capacidad intelectual y elevación y nobleza de carácter», queda retratado mi antecesor, con evidente beneficio de todos, por la mano de un maestro, en vez de serlo por la torpe mía.

***

La elección de tema para este discurso y el modo de tratarlo han sido consecuencias naturales del concepto que tengo del fin promordial de esta Academia y de las circunstancias particulares en que me hallo.

Para muchos, entre los cuales figuro, el principal deber de cuantos estudian no es el de provocar el progreso de las ciencias que cultivan, sino el de producirle directamente.

Estas frases algo obscuras exigen una explicación. Quieren decir, en efecto, que quienes repiten, con mejor ó peor fortuna, razonamientos, observaciones, cálculos, experimentos é hipótesis que otros idearon, contribuyen indudablemente á que pueda progresar la ciencia, pero no la hacen adelantar un solo paso.

Si nosotros, los españoles, por ejemplo, logramos introducir la civilización en Marruecos, no me atrevo á decir si para bien ó mal suyo, y enseñamos á nuestros vecinos cuanto se sabe de Física y Química, no por ello habrán progresado ambas ciencias, y lo único que habremos hecho es provocar el adelanto de ellas, aumentando el número de seres capacitados para discurrir con acierto en esas ramas del saber humano y para decir el día de mañana algo nuevo acerca de ellas, que realmente las haga progresar.

Líbreme Dios de menospreciar, ni remotamente, cuanto supone extender, facilitar y vulgarizar los conocimientos científicos, tareas loables é importantes tedas ellas, á las que también he procurado contribuir con mis escasas fuerzas; pero líbreme aún más de confundir el progreso verdadero de la ciencia con los medios para provocarle y obtenerle.

Como corolario de lo expuesto, dedúcese que los trabajos académicos, más que hermosas síntesis, mejor que brillantes disertaciones y con preferencia á alardes de erudición, deben ser estudios de los que obtenga algún provecho la ciencia, á cuyo hermoso y ya abundantísimo tesoro lleven algún contingente, que agrande, de efectivo modo, sus ya dilatados dominios.

Entre muchas páginas llenas de bellas frases, de aguda crítica y de

concienzudas exposiciones de asuntos ya sabidos y un solo y breve párrafo en que se dé cuenta de un fenómeno ignorado, de un experimento, de una observación, de una ley, de un instrumento ó aparato que antes no se conociera, la elección no es dudosa, y acaso llegue un día en que la costumbre imponga la substitución de los discursos por la obligación de presentar el académico electo algunos de esos substanciosos párrafos de que se acaba de hablar.

Estas ideas, unidas al deseo de acatar respetables tradiciones y á la necesidad en que recientemente me he hallado, para cumplir con mi deber, de estudiar Sismología, me aconsejaron elegir esta ciencia como tema del presente trabajo y discurrir algo nuevo acerca de ella, aunque desde luego abrigara el justificado temor de no conseguirlo y de que cuanto pensara por cuenta propia había de ser mucho peor que cuanto por la ajena pudiera haber repetido.

Sin embargo, tan escasas son mis fuerzas, que imposible hubiera sido escribir esta disertación sin ayuda extraña, y así resultará formada por ideas ajenas y propias, y de ella podrá decirse lo mismo que de la música de un célebre compositor, cuyo nombre debe ocultarse, toda vez que no es alabarle afirmar que en sus obras musicales lo bueno no era nuevo, ni lo nuevo bueno.

Disculpado de este modo cuanto sigue, parece que ya es tiempo de entrar de lleno en este *discurso acerca de la Sismología*, en el que sólo se tratan algunas de las muchas cuestiones que forman la vasta ciencia de los terremotos, constituída en pocos años con tantos alientos que, como en otras palabras dice el eminente sismólogo de Montessus de Ballore, pocas ciencias pueden alabarse de haber realizado tan brillantes, rápidos y decisivos progresos.

I

(Utilidad de la Sismologia).

Siempre me han inspirado respeto y admiración, por la claridad y firmeza de juicio que revelan, todos aquellos que, sin vacilación alguna, forman con los conocimientos humanos dos grandes grupos, en uno de los cuales reunen las ramas del saber que reportan inmediata utilidad, para dejar en el otro cuanto se les antoja que carece de positiva influencia en el bienestar material de las sociedades, único fin al que se viene atendiendo modernamente, con evidente error y notorio daño.

Aun desde este punto de vista utilitario, difícil es, para quien piense algo hondo, reputar como supérfluos ciertos estudios, que actualmente

no parecen ser susceptibles de aplicación práctica, y más que difícil resulta expuesto burlarse de quienes se consagran á tal género de trabajos ó menospreciarlos, asestándoles uno y otro día la eterna y poco cortés pregunta en que se les pide expliquen para qué sirve cuanto hacen, como forma velada de indicarles la creencia de que se ocupan en asuntos que no sirven para nada.

Muchos serían, sin duda alguna, los que compasivamente se rieran de los primeros electricistas al verles frotar con gran afan unos y otros cuerpos para darse el infantil placer de electrizarlos, ó repetir el célebre experimento de Nicholson y Carlisle de la descomposición del agua, para tener el gusto de ver subir por ese líquido acidulado burbujas gaseosas, ó bien hacer pasar corrientes eléctricas cerca de agujas imanadas no más que para observar cómo, cuándo y cuánto estas últimas se desviaban; pero si ahora resucitaran todos aquellos escépticos burlones y entre nosotros hubieran de vivir, trocarían sus risas en el amargo llanto de su error, su compasión en admiración profunda, y sus aires de inteligencias superiores en otros humildes de criminales convictos y confesos ante el abrumador tribunal formado por las mil maravillas por la electricidad realizada mediante el cultivo de aquellos gérmenes que despreciaron, asiduamente proseguido por hombres que, muchas veces, no merecieron mayor aprecio de sus contemporáneos que el otorgado por ellos á quienes les parecía perdían el tiempo en inútiles estudios.

Estas consideraciones, que con miles y miles de ejemplos fácil sería reforzar, no indican, en modo alguno, que la Sismología sea ciencia, como algunas otras lo son, necesitada de refugiarse por completo en ellas, ni siquiera de buscar amparo en el noble afán de saber, ni en la conveniencia de atender á las exigencias de la vida espiritual, no menos importante para muchos que la corporal, porque de una parte, principalmente, obedecen al deseo de combatir el utilitarismo exclusivista, siempre que de ello se presente ocasión, aunque sea forzándola algo, y de la otra parte el estudio de los terremotos ha sido ya, por fortuna, lo suficientemente fecundo para que los incómodos y tenaces preguntones, infatigables buscadores de la actual utilidad de todo, puedan quedar satisfechos.

La Sismología, en efecto, indica cuál es el grado de sismicidad de las diversas regiones de la Tierra, y señala, por lo tanto, el peligro de vivir en algunas de ellas ó la confianza con que en otras puede permanecerse.

Verdad es que el hombre se cuida poco de esas advertencias y parece que impulsado sólo por el deseo de vivir, fiado á la casualidad, ya que su existencia tan aleatoria es, por otras mil causas, no para mientes en esa sismicidad, como tampoco tiene en cuenta la insalubridad de

ciertas comarcas; y si la Sismología no hiciera más que advertirle en dónde es más ó menos probable la presentación de terremotos, escaso valor tendría el servicio que esa ciencia le prestara.

Pero, afortunadamente, los estudios sismológicos, en los que, como de rigor es, se concede gran atención al modo de propagarse las ondas sísmicas en las diversas clases de terrenos y á medir la intensidad y velocidad de esos movimientos, proporcionan abundante enseñanza, aunque algo confusa todavía en determinados puntos, acerca de la elección de los lugares en que conviene edificar en las regiones sísmicas, de la orientación que á los edificios debe darse, de los materiales que han de emplearse y de las reglas á que en la construcción ha de atenderse.

Los trabajos realizados por eminentes sismólogos, tales como Wahner y el japonés Omori, para experimentar cuáles son los efectos de los terremotos sobre las construcciones; las disposiciones oficiales, adoptadas en diversas épocas y por varios países, dictando reglas para construir en comarcas de gran sismicidad; la descripción de los distintos modelos de edificios recomendados para esas instables regiones y el gran número de estudios publicados acerca de los efectos de los terremotos en las ciudades, constituyen extensa relación, capaz por sí sola, por breve que su comentario fuera, de llenar páginas y páginas, en las que se afirmaran los grandes servicios prestados por la Sismología al arte de construir.

Aunque ni siquiera intente exponer esos estudios, guiado por sentimientos, seguramente disculpables para mis oyentes, he de permitirme recordar que en tal género de conocimientos ocuparon los españoles, no sólo uno de los primeros, por orden cronológico, sino también de los más importantes lugares, por sus disposiciones oficiales acerca de las construcciones americanas, cuyo olvido tan caro pagaron los acaudalados extranjeros de Quetzaltenango, en el terremoto del 18 de abril de 1902, y por las que dictaron acerca de los edificios filipinos, con fecha de 17 de agosto de 1880, basadas estas últimas en las reglas elaboradas en Manila, á consecuencia del terremoto del 3 de junio de 1863, por nuestro Cuerpo de Ingenieros militares, al que también pertenecieron Cortés y Agulló, autor de *Los terremotos, sus efectos en las edificaciones y medios prácticos para evitarlos en lo posible,* obra calurosamente elogiada por Montessus de Ballore; el General Cerero, que publicó un *Estudio sobre la resistencia y estabilidad de los edificios sometidos á huracanes y terremotos,* profundo, erudito y notable, como todos los suyos; y el señor Cazorla, autor también de estudios referentes á la construcción de almacenes de pólvoras en países sujetos á los efectos de los terremotos.

Y ya que he tratado este punto, parece oportuno llamar la atención hacia el hecho, antes apuntado y que pudiera ilustrarse con tantos ejem-

plos, de que casi siempre que los españoles hemos hecho algo notable, ha sido cuando nos hemos dejado llevar de nuestra originalidad, y hemos valido poco siempre que nos hemos consagrado á copiar ó remedar lo ajeno y á seguir servilmente los derroteros trazados en extrañas tierras, como hoy seguimos en costumbres, en política, en ciencia y en todo.

Ni para mí, ni para español alguno, es agradable tal afirmación; pero no disminuye ciertamente el mal por desentenderse de él, y revelaría cobardía espiritual no atreverse á señalarlo, más censurable aun cuando se notan entre nosotros síntomas de regeneración científica, que por todos los medios y en todas las ocasiones conviene estimular, para que dentro de la ciencia universal adquiera la española la importancia de que son merecedoras nuestras cualidades intelectuales, y que sin duda alcanzará cuando todos nos convenzamos de que sobre el favor y la intriga debe ponerse muy alto el verdadero mérito y de que actualmente es indispensable cultivar toda la vida una rama muy limitada de los conocimientos humanos y obtener de ello honra y suficiente provecho, en vez de tener que ocuparse en ciencias y asuntos de muy diversa índole, para ganar trabajosamente la subsistencia, sin gloria para nadie, ó con mucha menos de la que pudiera correspondernos.

Pero, como las consideraciones á que este tema se presta, por interesantes que sean, no encajan bien en el presente trabajo, mejor es darlas por terminadas y seguir exponiendo las aplicaciones de la Sismología.

Utiliza esa ciencia en sus investigaciones instrumentos que sirven para indicar cuáles son los movimientos del terreno ó para medirlos, por la observación directa, ó bien para registrarlos, constituyendo los tres grupos de sismoscopios, sismómetros y sismógrafos, de linderos no siempre bien definidos; pero todos los que en uso están dotados de extremada sensibilidad, como se procurará hacer resaltar con algunos ejemplos.

En la estación sismológica de Leipzig se observaron extraños sismogramas, cuyo origen no podía atribuirse á terremotos, que no habían registrado aparatos de otras estaciones, y cuyo trazado, si bien recordaba el de las llamadas tempestades sísmicas, tenía con estas últimas la capital diferencia de la duración: de algunos minutos en Leipzig y de varios días, generalmente, en las tempestades. Cuanto más se repetían esos extraños sismogramas y más empeño se ponía en descifrarlos, mayor era el misterio que los rodeaba, hasta que se cayó en la cuenta de que se obtenían en los días de grandes fiestas y en sus vísperas, y que se debían sencillamente á las vibraciones producidas por las campanas de la ciudad.

Análogo á este caso es otro que tuve ocasión de observar, por indicación del eminente sismólogo Agamennone, en el Observatorio de Rocca di Papa, por él dirigido.

Hállase esa estación sismológica á unos 100 metros de la torre del pueblo que le da nombre, y entre los instrumentos con que cuenta figura un grupo de sismoscopios Cancani, que vienen á reducirse á varillas verticales de acero, flexibles, empotradas por su pie y con pesos á cierta altura, cuya inercia, cuando el suelo vibra, produce oscilaciones en esas varillas ó péndulos invertidos. Se quitó el badajo de la esquila, de pequeñas dimensiones, que en la torre había, para eliminar los efectos de las ondas sonoras; se echó á vuelo la campana, y las vibraciones que al girar determinaba por su inercia en el macizo de la torre, se transmitían por el terreno y hacían oscilar los sismoscopios, encerrados bajo una campana de cristal, para eliminar también la acción del aire en movimiento. Especialmente uno de esos sismoscopios, verosímilmente dotado de período igual al de las oscilaciones del suelo, adquiría tan amplio movimiento, que fácilmente se observaba al primer golpe de vista.

A los que visitan nuestra estación central de Toledo, les llama siempre poderosamente la atención ver cómo al más tenue soplo entran en gran agitación las plumas inscriptoras del sismógrafo Vicentini, en ella instalado, y cómo ocurre lo propio con las del Bosch, colocado no lejos de aquél, apenas se apoya ligeramente un dedo en las columnas de fundición que soportan las masas pendulares.

Sobra con estos ejemplos para comprender que los instrumentos sismológicos, por su gran sensibilidad, han de prestarse perfectamente al estudio de muchos movimientos que no constituyan terremotos.

Dos sabios sismólogos, Milne y Omori, han hecho construir sismógrafos especiales para obtener diagramas de los movimientos verticales, transversales y longitudinales de las locomotoras y vagones al circular á diversas velocidades sobre las vías férreas, adquiriendo de esta suerte seguros datos para la construcción y mejor conservación, tanto del material móvil como del fijo.

Si cuando una vía férrea se halla en buen estado, se toman, por medio de sismógrafos, diagramas del efecto que produce el paso sobre ella, especialmente sobre las obras de arte, de trenes, de determinadas condiciones y á velocidad conocida, se tendrán referencias seguras para conocer después, rápidamente, por la obtención de diagramas en iguales condiciones y su comparación con aquellos otros, cuando peligra la indispensable solidez de la vía.

Este género de vigilancia, estudiado por el sismólogo Belar, se ha aplicado en las cercanías de Laibach y se ha empleado también en el Japón.

En este último país, al estudiar con sismógrafos el paso de los trenes por los diversos tramos del puente metálico de Kawasaki, entre Yoko-

hama y Tokyo, era tan diferente el diagrama correspondiente á uno de esos tramos de los que suministraban los restantes, que se decidió inmediatamente una inspección minuciosa del puente, que evidenció la urgente necesidad de repararle y evitó seguramente una catástrofe.

Sismógrafos instalados en varias partes de una mina ó cerca de ella, se comprenderá que pueden proporcionar útiles indicaciones, tanto respecto al número y potencia de los barrenos que en la jornada se empleen, cuanto al modo de propagarse sus trepidaciones por las diversas regiones de la mina, indicando á dónde debe acudirse con más esmero para evitar posibles derrumbamientos. Cerca de Salzburgo, en la mina de Tollingreben, se ha aplicado el sistema acabado de referir.

Por otra parte, el oscilógrafo de Bertin, para estudiar los movimientos de los buques y de las olas, así como el sismógrafo recientemente ideado por Hecker para el primero de esos dos fines, son ejemplos también de aplicaciones prácticas de la Sismología.

Además, esta ciencia explicará en muchos casos cuál es la causa, al parecer misteriosa, de hundimientos de construcciones á ellos propensas, por la simultaneidad de los derrumbamientos con la llegada de ondas sísmicas, imperceptibles para los sentidos del hombres, pero registradas por los sismógrafos.

Otra nueva aplicación de la Sismología se desenvolverá rápidamente merced al colosal desarrollo adquirido por la industria, que ha traído como corolario la profusa instalación de motores de enormes potencias, generalmente dotados de piezas de grandes masas, de movimientos alternativos, como los émbolos, con sus vástagos y bielas, que producen trepidaciones en el terreno, transmisibles á distancias relativamente grandes y origen de gran número de reclamaciones y pleitos, bien por las incomodidades que causan á los habitantes de edificios cercanos ó ya por los perjuicios reales ocasionados á la estabilidad de estos últimos.

Era antes lo peor que no había medio seguro de comprobar si las trepidaciones podían tener las consecuencias á ellas atribuídas y que se daba con frecuencia el caso de gastar los industriales grandes cantidades en dificultar la propagación de aquellos movimientos, para obtener el desconsolador resultado de que se asegurara no había disminuído el mal, si es que no se llegaba á pretender que había aumentado.

El sismógrafo fotográfico Wiechert-Mintrop, y el de registro mecánico del príncipe Galitzine, ideados con objeto de estudiar los movimientos artificiales del suelo, ambos acabados de construir, y otros análogos que, sin duda, les seguirán, con iguales fines industriales concebidos, permitirán resolver de plano esas obscuras y litigiosas cuestiones, de que se ha hablado, originadas por las trepidaciones de las máquinas, poco

ó nada equilibradas, ya que proporcionarán el modo de evaluarlas, y sobre todo de compararlas. Con ese sismógrafo Wiechert-Mintrop, empleando la amplificación fotográfica de 12.000 veces, se ha obtenido un curioso diagrama, de regularidad verdaderamente notable, correspondiente á trepidaciones registradas á 400 metros de un gran motor de gas, que justifica la realidad de esa nueva aplicación de la Sismología.

A raíz de la última catástrofe de San Francisco, á consecuencia de un terremoto, se habló de la conveniencia de utilizar, con fines bursátiles, las rápidas indicaciones que tres estaciones sismológicas, convenientemente situadas en Europa, podrían suministrar, señalando la ciudad en que pudiera ocurrir algo parecido, ya que los sismogramas de cada estación marcarían la distancia á ella en que ocurriera el terremoto, y por lo tanto, la combinación de dos, salvo el caso muy particular de hallarse el epicentro en línea recta con ellas, señalaría la existencia posible de dos lugares, duda que desaparecería por la distancia acusada por la tercera estación, que con las otras formara un triángulo.

Si en tal aplicación se insistiera, el notable estudio de que dió cuenta el príncipe Galitzine, eminente sismólogo ruso, en la última reunión celebrada en Zermatt, en septiembre de 1909, podría ser utilísimo, ya que las tres estaciones se reducirían á una sola, toda vez que el citado príncipe dió el medio de conocer, por el estudio de un sismograma, el azimut del epicentro, y por lo tanto, se tendría averiguado que este último se hallaba en una dirección determinada y á una distancia también conocida.

Aunque en casos muy contados las indicaciones de los sismógrafos se pueden utilizar con fines meteorológicos y aunque se haya sostenido por muchos que existe estrecha relación entre las perturbaciones de nuestra atmósfera y los fenómenos sismológicos, es lo cierto que la aplicación de la Sismología á la Meteorología no puede estimarse como práctica, ni en ella cabe insistir.

Sin embargo, á pesar de esa creencia negativa, preciso es hacer constar que un hombre tan eminente como Sir George Howard Darwin, vicepresidente de la Asociación Geodésica Internacional, decía en la última reunión de ella, en septiembre último, refiriéndose á los estudios realizados con sismógrafos en El Canadá por Napier Denison, para relacionar las desviaciones de la vertical con la marcha de la región de grandes presiones barométricas, que *no le parece imposible que el péndulo horizontal tome un puesto entre los instrumentos de Meteorología, porque la deformación de la Tierra se transmitirá seguramente con mayor rapidez que las noticias enviadas por la telegrafía sin alambres.*

Claro es que mi opinión, no sólo adversa á esa conquista de los sismó-

grafos en la Meteorología, sino también al supuesto de que las ondas sísmicas puedan transmitir noticias con más rapidez que las hertzianas, vale muy poco; pero menos valdría aún mostrarse convencido sin estarlo.

No hace falta excesiva imaginación para idear algunas más aplicaciones, que en lo futuro pudieran tener los instrumentos sismológicos.

Desde luego se ocurre que por las mismas razones que se han empleado esos instrumentos para medir los movimientos trepidatorios de locomotoras, vagones y barcos, se podrán usar también para registrar los que tengan los restantes vehículos, tales como coches ordinarios, tranvías, globos dirigibles, aeroplanos y automóviles.

Seguro es, dada la competencia existente entre los fabricantes de esos últimos carruajes, que apenas alguno de ellos presente, como prueba irrefutable de la comodidad y acertada construcción de sus automóviles, diagramas obtenidos á distintas velocidades en un trayecto determinado de prueba, se apresurarán los demás á imitarle y nacerán tipos distintos de sismógrafos especiales, en los que fácil será registrar, no sólo las tres componentes de las trepidaciones, según otros tantos ejes rectangulares, sino también las velocidades correspondientes de marcha. Con relacionar los movimientos de la banda de registro y de los ejes de los automóviles, fácilmente se conseguirá esto último por el trazado cronográfico que en las citadas bandas aparezca.

También, por analogía, debe presumirse que, así como se usan los sismógrafos para averiguar el estado de conservación de los puentes metálicos de las vías férreas, se emplearán con iguales fines, no sólo en los demás puentes y viaductos, sino también en los edificios. Un peso determinado, cayendo siempre de la misma altura, producirá en ellos vibraciones distintas, según el estado de conservación de los edificios y el registro de ellas, una vez estudiado este asunto detenidamente, podrá proporcionar útiles indicaciones.

Son numerosos los casos en que, sin haber propósito de ello, han registrado los sismógrafos de estaciones sismológicas las vibraciones del terreno, engendradas por salvas de artillería, y aun algún experimento se ha efectuado en tal sentido, situando el sismógrafo á pocos kilómetros de las bocas de fuego. Los resultados obtenidos permiten creer que en lo porvenir esos instrumentos podrían servir para señalar, desde grandes distancias, en dónde se está librando una de esas tremendas batallas, de las cuales todas las pasadas son sólo aproximada imagen, y en las que el choque de enormes contingentes y el furioso y nutrido cañoneo harán vibrar con fuerza la tierra, hondamente estremecida por la espantosa tragedia sobre ella desarrollada.

Pasando á otro género de aplicaciones, del anterior muy distinto, los

sismógrafos y aun los sismoscopios, creo que son susceptibles de prestar importantes servicios de vigilancia y comprobación.

Por ejemplo, si cerca de una vía férrea se establece, dentro de una caseta y de sus paredes aislado, un mediano sismógrafo, seguramente registrará la hora precisa del paso de los trenes y aun su velocidad, sin que haya temor alguno de que la connivencia de los empleados pueda falsear las indicaciones, como es posible suceda con otras clases de registros mecánicos ó eléctricos.

Claro es que análogos servicios pueden prestar los sismógrafos para dejar registrados en casos especiales el paso de rondas en fuertes, bancos comerciales, etc., etc.

La cualidad de los sismoscopios de poder cerrar un circuito eléctrico á la menor trepidación experimentada por el apoyo sobre que insisten, también creo que se utilizará en muy diversos casos: para disparar automáticamente fogatas y torpedos terrestres, producir señales de alarma en cajas de caudales, etc., etc.

De este género de aplicaciones, fundadas en el cierre automático de un círcuito eléctrico, señalaré, para concluir y dar idea de su facilidad de adaptación, algunas más referentes á los caminos de hierro.

El paso de un tren por un lugar determinado: antes de un cruce, de una estación ó donde precisa sea, puede producir, automáticamente y eliminando por completo la intervención de los empleados de la vía, mediante un sismoscopio, el cierre de un circuito eléctrico, cuya corriente cabe utilizar de mil diversos modos, ya para producir señales visibles ó sonoras, ya para cerrar circuitos más potentes, cuyas corrientes realicen determinadas maniobras de seguridad, ó bien para registrar telegráficamente el paso de los trenes á largas distancias.

No es imposible, ni mucho menos, que llegue el día en que sismoscopios, convenientemente instalados á lo largo de una línea férrea, inscriban automáticamente en un papel, movido por un aparato de relojería y establecido en el despacho del director de la Compañía á que esa línea pertenezca, las vicisitudes de la marcha que cada tren tenga, indicando en todo instante el lugar aproximado en que este último se halla.

Con esta sumaria exposición de las aplicaciones prácticas y útiles de la Sismología, y dejando á un lado la que ha tenido en manos de Milne, Benndorff, Oldham y otros, para determinar la constitución interna de la Tierra, forzosamente, por la índole de este trabajo, he de dar por terminado uno de los puntos acerca de los cuales consideraba oportuno llamar la atención, antes de indicar algo que á esa misteriosa constitución de nuestro planeta se refiera.

II

(Constitución interna de la Tierra.)

Ignoramos verosímilmente más de lo que sabemos, y al alcance de nuestro limitado espíritu escapa lo más fundamental: la esencia íntima de los fenómenos, como lo prueban el hecho, relativamente moderno, de escribirse libros y libros que de la electricidad tratan, sin saber en qué consiste tan misteriosa y fecunda hada, y el otro hecho, para citar solo dos, tan antiguo como el hombre y burla cruel de la soberbia humana, de observar á diario los efectos de la fuerza de la gravedad, sin poder explicar su causa fundamental; pero, á pesar de ignorar tanto, forman los actuales conocimientos científicos abrumadora carga, imposible de soportar por cerebro alguno, por excepcionalmente organizado que se halle.

Consecuencia de esa impotencia espiritual del hombre es el artificio, por él empleado, de dividir el saber en multitud de grupos, para facilitar el conocimiento de ellos; pero las clasificaciones, con tal objeto establecidas, como artificiosas que son, carecen de linderos bien definidos, y de aquí provienen discusiones muchas veces ridículas, sostenidas por los que, al juzgarse en posesión de una ciencia, se consideran algo así como habitantes de su territorio, y de este último quieren que formen parte comarcas, de las que otros á su vez se creen dueños, con análogo derecho y con no menor tesón y falta de fundamento.

Y consecuencia natural también es que, por vanidad, se dé frecuentemente el caso de que, siguiendo el símil, los hombres reputen el cantón que habitan como el mejor, y menosprecien los demás, hasta el punto de exagerar desmedidamente la importancia de cuanto saben ó hacen á expensas, por supuesto, de la ciencia y el trabajo á que son extraños.

Así se explica que no falten geólogos para quienes la Sismología es solo una parte de sus estudios favoritos, como no faltará quien sostenga la tesis inversa, cuando esta última ciencia adquiera mayor desarrollo, y así se concibe también que existan hombres eminentes que á la Sismología experimental conceden escaso valor para atribuírsele muy grande á sus investigaciones puramente geológicas, en compensación, quizás, de aquellos otros que otorgan poca ó ninguna importancia á estas últimas, al lado de las que realizan en sus observatorios sismológicos.

Cuerdo es apartarse de tales aberraciones, y, para predicar con el ejemplo, conveniente parece no ceñir este trabajo á los estudios de Sis-

mología experimental, é indicar algo acerca de la constitución del interior de la Tierra, íntimamente ligada con las causas de los terremotos y con el modo de propagarse tan temibles movimientos.

Cada cual suele tener su sistema especial de estudiar, y el que yo sigo, cuando se trata de asuntos acerca de los cuales abundan teorías heterogéneas y contradictorias, es poner especial cuidado en no leerlas siquiera; grabar bien en la memoria los indiscutibles hechos, á los que se trata de buscar explicación racional y dar luego rienda suelta á la imaginación para que forje todo género de explicaciones de los fenómenos estudiados.

Así van apareciendo, una tras otra, hipótesis y teorías que luego la razón ha de contrastar friamente con los hechos, bien para que mueran todas al choque de ellos ó ya para que prospere una sola como la más satisfactoria, y siempre se obtiene el beneficio de preparar el espíritu, con una intensa gimnasia intelectual, para el conocimiento y detallado análisis de trabajos ajenos.

Al realizar estos últimos estudios, suele suceder que la teoría propia no resulte nueva, y pudiera parecer que todo el tiempo empleado en tales asuntos fuera completamente perdido si no se pensara en que siempre es preferible leer poco y meditar mucho á aprender con exceso sin tomarse apenas el trabajo de discurrir.

La constitución interna de globo terrestre es uno de esos asuntos, antes citados, acerca de los cuales existen numerosas explicaciones, á cuyo estudio apliqué, sin vacilar, el método ya expuesto, hallando la teoría que más adelante se esbozará y que, desde luego, temí no fuera nueva.

De que ese temor no era vano, tuve la primera prueba cuando leí, por indicación de mi excelente amigo D. José Rodríguez Mourelo, cuyo elogio omito ahora por razones de oportunidad, el discurso, inmejorable por su fondo y forma, que, al ingresar en esta Academia, pronunció el Excmo. Sr. D. Daniel de Cortázar.

Hallé, en efecto, en tan brillante disertación, que existía alguna semejanza entre el papel asignado á los gases en aquella concepción mía y el que Rossi les atribuía, y en la contestación que aquel dircurso mereció de parte de otro sabio Ingeniero de Minas: el Excmo. Sr. D. Manuel Fernández de Castro, encontré que ya, mucho antes que Rossi, el español D. Francisco Martínez Molés, en su obra «Disertación física, origen y formación del terremoto producido el día 1.° de Noviembre de 1755, etcétera, etc.....» decía algo parecido á lo que constituía la esencia de la llamada teoría explosiva, del sabio sismólogo italiano.

La opinión de Humboldt, según la cual «todo, en los temblores de tierra, parece indicar la acción de flúidos elásticos, que buscan una sali-

da para difundirse en la atmósfera»; la del eminente geólogo francés Daubrée, para el que «los temblores de tierra son erupciones sofocadas, por no hallar salida»; la del célebre Darwin, para quien los volcanes, los terremotos y la formación de montañas obedecen á una misma causa; la de Opperman, la de Gerland y las de otros muchos, que atribuyen al vapor de agua papel preponderante en ciertos fenómenos sísmicos y tantas otras que mi diligencia, ciertamente no muy digna de encomio, no me ha permitido conocer, fueron otras tantas pruebas más de la falta de novedad de algunas de las ideas contenidas en la teoría en cuestión.

Como, remontándose aún más, no es difícil hallar la idea madre de algunas de esas otras teorías en las obras de Lucrecio y de Séneca, que también atribuyeron los terremotos á la acción de gases internos de la tierra; siguiendo, á su vez, á Aristóteles, verdadero genio de los genios, jamás igualado, lo cierto es que la novedad de parte de mis ideas había cambiado de signo y pasado á ser de antigüedad casi prehistórica.

Bueno es advertir, porque á la verdad ha de rendírsele siempre el debido tributo, que al notar esas coincidencias entre mis ideas y las de otros hombres superiores me hice desde luego cargo de que mi papel era análogo al de aquel aficionado á la ciencia matemática que desconocía el teorema de Pitágoras y lo ideó, y que hubiera tenido tanto talento como el sabio griego, si este último, de tan poderoso y fecundo entendimiento, no hubiera producido en toda su vida más que aquel teorema.

Sin embargo, ofuscado acaso por la pasión, que tan frecuentemente ciega el entendimiento al juzgar los asuntos propios, creo que el conjunto de las ideas que concebí acerca de la constitución interna de la tierra no difiere de los que conozco menos de lo que algunos de estos últimos se diferencian entre sí, y por tal motivo me decidí á exponerle.

Y como está fuera del alcance de mis fuerzas explicar, con algún fundamento, de un modo sintético, cómo debe haberse formado el interior de nuestro globo, prefiero abordar el problema suponiendo que la Tierra estuviera constituída, en su principio, sólo por uno de los que hoy, al menos, pasan por cuerpos simples, en estado gaseoso, para ir complicando luego la hipótesis con la existencia de más cuerpos y acercarla á la realidad.

Sobre la superficie de ese inmenso globo gaseoso, de elevada temperatura, ejercería continuamente su influencia el intenso frío de los espacios interplanetarios atenuado, de manera desigual, por la acción de los rayos solares, análoga á la que actualmente experimenta la Tierra, aunque más intensa.

Al irse enfriando el gas de la periferia, su mayor densidad determinaría su caída hacia el centro del globo y su reemplazo por otro más ca-

liente, produciéndose de esta suerte dobles corrientes: ascendentes las unas, y descendentes las otras, más enérgicas en las regiones polares que en las ecuatoriales, cuyo resultado final sería ir enfriando cada vez más y más profundamente la masa gaseosa, de la cual irían extrayendo calorías y más calorías para arrojarlas al espacio y en él perderlas.

Avanzaría este enfriamiento hacia el centro de ese globo hipotético, y llegaría el instante en que, alcanzada la temperatura de fusión del cuerpo gaseoso, las corrientes descendentes de que antes se habló se convirtieran en lluvia, más intensa también en las regiones polares que en las restantes, persistiendo las corrientes ascendentes de gases que, en continua lucha, harían que la parte líquida ganara cada vez más terreno.

Esa liquefacción, avivada hacia el núcleo del globo por extraordinarias compresiones, llegaría á constituir un globo líquido, cuya fuerza centrífuga trataría de compensar la mayor acumulación de materia en las regiones polares, lanzándola hacia el ecuador, y cuya superficie iría abandonando calor por la continuada acción de enfriamiento de que se ha hablado.

De ese modo, aumentando cada vez más las dimensiones del núcleo á expensas de la atmósfera, instante llegaría en que, anulada la última, fuera aquel globo un inmenso elipsoide líquido, cuyo interior se hallaría sometido á presiones enormes.

Hasta aquí la naturaleza del cuerpo único, licuable por enfriamiento, que forma el globo, carece de importancia; pero sí la tiene al continuar esas pérdidas de calor, que irían enfriando la periferia del elipsoide líquido, como también la tiene la velocidad de enfriamiento que se suponga.

Si ese cuerpo es de gran conductibilidad, las calorías que por la superficie del globo se fueran perdiendo á ella irían acudiendo desde el interior, enfriándose de este modo toda la masa líquida, favoreciendo además este resultado las corrientes de convección que se desarrollaran, análogas á las que actuaron durante el período gaseoso.

De ser muy lenta la pérdida de calor, evidente es, en el caso hipotético que se examina, que el cuerpo ya sólido iría constituyendo el núcleo, que cada vez sería de mayores dimensiones, hasta llegar á formar un elipsoide de revolución completamente sólido.

Mas si ese enfriamiento fuera rapidísimo, la solidificación iría avanzando desde la periferia hasta el centro, más ó menos velozmente, según fuera la conductibilidad, constituyendo en definitiva también un cuerpo sólido, pero de tamaño distinto y de diversa agrupación molecular que en el precedente caso.

En efecto, por la acción rápida del frío se formaría prontamente una

espesa costra sólida; pero como toda la parte interna no había tenido tiempo suficiente para enfriarse, y por lo tanto para contraerse, aquella superficie sólida, al disminuir de extensión, no llegaría á alcanzar la que á su temperatura correspondiera, sino otra mayor, merced á la reacción del núcleo líquido, sobre el que ejercería una presión dependiente de la naturaleza del cuerpo.

Y aquí entraría ya en juego otra de las propiedades del cuerpo en cuestión, porque si su tenacidad fuera escasa, vencida la atracción molecular por el empuje del líquido contenido en el interior del globo, romperíase la costra sólida, agrietándose y agujereándose para dar salida á erupciones de materia incandescente; y si aquella tenacidad fuese muy grande, la rotura de la corteza no se produciría, sustituyéndose por el mayor alejamiento en que las moléculas quedarían al llegar todo el globo al estado sólido, dotado entonces de propiedades elásticas muy distintas á las que tuviera si el enfriamiento hubiera sido lento y gradual.

Este fenómemo sería análogo al que debe producir el temple de los objetos de hierro por la acción de un líquido relativamente frío, en el que rápidamente se les sumerge, para dotarlos de propiedades que luego se les puede hacer perder por el recocido, alejando por la acción del calor sus moléculas para dejar que tomen su ordinaria posición de equilibrio, por medio de un enfriamiento gradual.

Si la conductibilidad del cuerpo considerado fuera muy pequeña, no sería preciso que la corteza sólida tuviera gran espesor para que las pérdidas de calor por irradiación en el espacio fueran relativamente insignificantes, y podría darse el caso de que el interior del globo permaneciera constantemente líquido, á su temperatura de fusión, produciéndose ó no erupciones, según la tenacidad de la corteza, y, además, hundimientos, repliegues y deformaciones de la costra, para irse adaptando, más tarde, á los decrecientes volúmenes del núcleo por efecto de su lento y progresivo enfriamiento.

La teoría acerca de la constitución de la Tierra más generalizada, puede decirse que es en su esencia la que acabo de exponer; pero, además, suele atribuírsele un falso concepto, que aun perdura en el juicio de muchos, que asignan al interior de la Tierra, no las temperaturas de fusión ú otras á ellas próximas y más elevadas, que las grandes presiones internas permiten suponer, sino temperaturas fabulosas deducidas de una proporcionalidad no comprobada suficientemente, entre la elevación de ellas y la profundidad en el interior de nuestro planeta.

Se había notado, en efecto, que á profundidades variables, según los climas: á 31 metros en el Jardín de Plantas de París y á menos en regiones más cálidas, existía una capa terrestre de temperatura constante,

y que el calor observado en el interior de la Tierra, á partir de esa zona invariable, aumentaba de un modo gradual con la profundidad.

De observaciones insuficientes se dedujo, con manifiesto error, que la temperatura del interior de la Tierra aumentaba en toda Europa un grado por cada 31 metros de profundidad, cuando luego se ha visto, por ejemplo, que esa elevación de temperatura corresponde á 42 y á 55 metros en las minas de Sajonia, cifras todavía inferiores á la de 86 metros observada en América, en las minas de Geräes, del Brasil, y muy distintas de los 23 metros por grado en las minas metálicas, y de los 27 metros para las de carbón y las aguas artesianas, que asignan recientes y concienzudas observaciones.

Pero aun después de puesta en evidencia la variabilidad del llamado grado geotérmico por la influencia de la conductibilidad de las rocas, de las filtraciones de las aguas superficiales y de la acción del aire sobre los elementos que componen aquellas rocas, todavía se insiste en el falso razonamiento, independiente en su esencia de esa variabilidad, que puede expresarse así: puesto que la temperatura del interior de la Tierra aumenta un grado por cada tantos metros, por término medio, el centro de nuestro planeta debe hallarse á tal temperatura.

Los números que para esos cálculos suelen utilizarse, son los siguientes: 30 á 35 metros por grado de elevación de temperatura y 6.371.103 metros como radio medio de la tierra, á los que corresponde nada menos que de 182.000° á 212.000°, en números redondos, para el interior de la Tierra.

El vicio fundamental de este razonamiento, como de otros muchos, que por analogía se hacen, con más frecuencia de lo debido, consiste en suponer que esa elevación constante de temperatura, que el hombre ha podido comprobar sólo en un espesor de unos dos kilómetros, á que alcanzan los sondeos, debe seguir verificándose en más de los 6.371 kilómetros que para llegar al centro de la Tierra faltan.

Más verosímil parecía que la temperatura de la atmósfera fuera constantemente decreciendo con su altura, como se había comprobado repetidamente, y que se llegara al cero absoluto, y, sin embargo, los estudios de las altas regiones de la atmósfera por medio de cometas y sobre todo de globos sondas, han demostrado la poca solidez de ese juicio analogético, evidenciando la existencia de una capa de inversión de temperatura, á la altura de unos doce kilómetros, á partir de la cual se presenta el inesperado fenómeno de subir rápidamente la temperatura, hasta tal punto que en el experimento realizado en Strasburgo, por el profesor Hergesell con un globo-sonda y un teodolito, que determinaba la situación del último, á 11.400 metros de altura se registró la temperatura de — 69°, y á la máxima altura alcanzada de 15.080 metros había as-

cendido esa temperatura 12°, subiendo el termógrafo, por lo tanto, á — 57°.

Sin llegar á esos cálculos temerarios de centenares de miles de grados, la razón sola dice que á lo más que podrá extenderse la existencia del grado geotérmico, y aun esto sin tener plena seguridad, es á las temperaturas internas de la Tierra dadas por las expulsiones volcánicas de las materias incandescentes, que constituyen un dato positivo.

Tienen esas lavas la temperatura de unos 1000 á 1400°, ó aún menos, según algunos, que no exigirían más allá de unos 30 á 50 kilómetros de profundidad para presentarse, de ser cierta la ley de variación que se ha supuesto.

Esta digresión era indispensable por la tenacidad con que se habla todavía (1) de enormes temperaturas del interior de la Tierra y por la importancia de combatir tal afirmación, desde el punto de vista de la teoría que se seguirá exponiendo.

Aun estando constituída la Tierra por un solo cuerpo, ya se ha visto que el proceso de su formación no deja de ser complejo y que en él tienen importancia las temperaturas de volatilización y de fusión de aquel cuerpo, su conductibilidad y su tenacidad, aun pasando por alto otras acciones como la luni-solar, que habría de producir las correspondientes mareas.

Si en lugar de un cuerpo gaseoso se admite en un principio la existencia de dos, complícase el proceso de la solidificación de extraordinario modo.

Esos cuerpos pueden, en efecto, no dar lugar á reacciones químicas entre sí, cualquiera que su estado sea, ó combinarse con desprendimientos de más ó menos calorías; pueden ser de densidades iguales ó casi iguales ó bien muy diversas y relativamente variables en los distintos estados sólido, líquido y gaseoso; pueden tener puntos de liquefacción y solidificación casi los mismos ó bien muy diferentes y todas estas condiciones, unidas á la conductibilidad, á la tenacidad de ambos cuerpos y á la homogeneidad ó heterogeneidad de la primitiva mezcla gaseosa, se comprende fácilmente que originarán numerosas combinaciones.

Para suponer que ambos cuerpos se hallen en estado gaseoso primitivamente no es necesario admitir la existencia de fabulosas temperaturas, porque ya las de unos 3000°, que el hombre produce en los hornos eléctricos, son capaces de volatilizar todos los metales y de disociar casi todos los compuestos minerales.

---

(4) Véanse, por ejemplo, *L'Evolution des Mondes*, par Svante Arrhenius. Traduction française de T. Seyrig, París, Ch. Beranger, 1910, y *Les Tremblements de Terre*, par G. Eisenmenger, París, Félix Alcan, 1910.

Así como tampoco es preciso apartarse mucho de la realidad, por nosotros conocida, para admitir la heterogeneidad de la mezcla de los gases, cuando á nuestra vista se hallan cavernas y valles casi en absoluto llenos de anhidrido carbónico, separado del aire por su mayor densidad relativa, y los efectos de la viciada atmósfera de las ciudades, de todos son tan conocidos, como lo es la difusión dentro de ella, muy difícil á veces, de las columnas gaseosas que surgen de las chimeneas de la multitud de fábricas que hay en las modernas poblaciones.

Y como el suponer ambos gases perfectamente mezclados y dotados de cualidades casi idénticas y sin reacción química entre sí, conduciría á los mismos razonamientos ya expuestos en el caso de tratarse de un gas solo, parece lo mejor apartarse de esta hipótesis todo lo posible y suponer desde luego que se trata de dos gases á igual temperatura y tan mal mezclados que hubiera partes del inmenso elipsoide en que no existiera más que uno de esos cuerpos, y otras en que hubiera la mezcla de ambos, en diversas proporciones.

Por este solo hecho, el enfriamiento del elipsoide gaseoso conduciría ya á un sólido de heterogénea composición y quedaría explicada la falta de homogeneidad de una Tierra compuesta sólo de dos elementos, como imagen reducida de la diversidad de composición de la que habitamos, en la que tantos y tan variados cuerpos figuran.

Si á más de eso se supone que las temperaturas á que ambos cuerpos se licuen sean diferentes, llegaría á formarse, por enfriamiento, un núcleo líquido del menos volátil, rodeado por la atmósfera que el otro cuerpo constituyera.

De la naturaleza de ese líquido, de su velocidad de enfriamiento y de su conductibilidad, dependería que adoptara ó no la forma matemática de un elipsoide de revolución, ó que, aproximándose en general á ella, ofreciese irregularidades de relativa importancia, principalmente provocadas por el más activo enfriamiento de las regiones polares y el desigual reparto del cuerpo en el primitivo elipsoide gaseoso.

Posible es que ese núcleo llegue á solidificarse por completo, á fuerza de robarle calorías la atmósfera que le envuelve y en virtud de las enormes presiones que por todas partes le comprimen, mucho antes de que las corrientes gaseosas centrípetas de aquella atmósfera, relativamente fría, se conviertan en franca lluvia que, paulatinamente, cubra de una capa líquida, de creciente espesor, el referido núcleo sólido, hasta que desaparezca por completo todo vestigio de gases.

Todas las hipótesis que se hicieron cuando se suponía la Tierra formada por un solo cuerpo, acerca de las velocidades de enfriamiento, de la conductibilidad y de la tenacidad, cabría repetirlas nuevamente; y si

entre ellas se elige la que suponga á ese segundo elemento, menos volátil, dotado de conductibilidad y tenacidad escasas, fácil es explicarse que su envoltura exterior sea sólida, y que entre ella y el núcleo, también sólido, exista una capa líquida que haga irrupciones al exterior al contraerse, deformarse y arrugarse aquella costra sólida.

Y ya, con sólo admitir la existencia de dos elementos tan sólo, quedaría explicada la posibilidad de que la corteza de la Tierra y el núcleo central sean sólidos, aunque entre ellos exista una capa líquida de temperatura relativamente elevada, en forma análoga á la que ha habido necesidad de aceptar modernamente para la constitución interna de nuestro planeta, ya que los estudios astronómicos y sismológicos han demostrado, de común acuerdo, que era inaceptable en absoluto la hipótesis, tanto tiempo reinante, de que toda la Tierra era de materia líquida é ignea, á excepción de su corteza.

Aunque los cuerpos fueran más de dos, siempre que persistiera entre todos ellos la absoluta falta de afinidad química que se ha supuesto, se llegaría al resultado final, análogo al acabado de indicar, de una tierra en cuyo núcleo sólido existirían uno ó más elementos, más ó menos heterogeneamente mezclados, que sin duda alguna serían los que á un tiempo mismo reunieran las condiciones de tener puntos de volatilización y fusión muy altos y grandes densidades. Ese núcleo estaría rodeado por una capa, primero líquida y luego pastosa, para pasar gradualmente á la costra, también solidificada, á su vez rodeada por una atmósfera constituída por otros gases, cuyo punto de liquefacción no se hubiera alcanzado.

Claro es que ni ese núcleo ni esa corteza estarían limitados por superficies de nivel, sino por otras irregulares, que en su forma general las siguieran, dada la heterogeneidad de mezclas supuesta y las diversas y variables condiciones de solidificación, que determinarían en muchos casos las uniones del núcleo con la corteza por inmensos pilares, que atravesaran las masas líquidas ó pastosas.

De la anterior concepción, que parece ha de tener muchos puntos comunes con la realidad, dedúcense importantes explicaciones de hechos, como tales, innegables.

La Tierra, así constituída, debe ser más sólida, mucho más fuerte, en sentido de su eje, por efecto del mayor enfriamiento de las regiones polares, y esta natural deducción explica su mayor elasticidad en sentido E. O., y su menor sismicidad en las citadas regiones, de más firme asiento que las otras.

Recientemente, en la XVI Conferencia general de la Asociación geodésica internacional, celebrada en Londres y Cambridge en el mes de septiembre de 1909, al tratar de los estudios realizados por el Sr. Hecker,

con péndulos sismográficos, que han evidenciado la existencia de verdaderas mareas de la corteza terrestre, que, por su elasticidad, obedece á las atracciones del Sol y de la Luna, el Sr. Darwin hizo notar que tales observaciones demuestran que las amplitudes de las oscilaciones de la vertical son mucho menores en la dirección N. S. que en la E. O., ó en otros términos, que el coeficiente de elasticidad de la Tierra es mucho mayor en esta última dirección que en la N. S.

El sabio inglés cree que, al menos en parte, podría explicarse esa diferencia por la rotación de la Tierra, y, á tal propósito, citó los estudios de Lord Kelvin acerca del coeficiente de elasticidad giroscópica, y para disculparse, por no atreverse á asegurarlo del todo, recordó que hasta hoy no ha habido quien pueda dar la solución completa del problema de las oscilaciones de una esfera sólida, elástica y homogénea, girando alrededor de un eje, y aplazó, hasta obtenerse esa solución, el decidir si su creencia tiene ó no algún valor.

De todos modos, aparte de que el problema real es mucho más complicado, por la heterogeneidad de la Tierra, ni el mismo Sr. Darwin se atreve á atribuir á la causa que señala, más que una parte de las grandes diferencias observadas, mientras que la mayor solidez en el sentido del eje terrestre y la menor fluidez interna de las regiones polares parece que pudieran dar la completa justificación de aquellas diferencias.

En cuanto á la sismicidad de las diversas regiones terrestres, basta echar la vista sobre los planisferios del Sr. Montessus de Ballore, en que aparecen en negro aquéllas que son orígenes de terremotos, así como sobre los que marcan los focos de los 323 principales temblores de tierra observados desde 1899 á 1903, según Milne, y las costas de olas sísmicas, según Rudolph, publicados por el autor primeramente citado, en su obra *Les Tremblements de Terre,* para convencerse de que los movimientos terrestres son más numerosos é importantes en la zona tórrida, menos en las templadas, especialmente en la austral, y nulos en las regiones polares, como es de prever por la hipótesis expuesta acerca de la mayor solidez de la Tierra en estas últimas.

Y aquí no está de más adelantar al razonamiento de quien maliciosamente pensara que ese reparto de la sismicidad coincide con el de tierras habitadas, y, por lo tanto, con los lugares que puedan proporcionar noticias acerca de los temblores experimentados, que la Sismología está lo bastante adelantada para marcar con sus instrumentos, sin necesidad de instalarlos en las regiones polares, cuantos terremotos se hubieran verificado en ellas, pudiendo indicar desde Europa cuándo se producen terremotos, aunque sea en el mismo polo antártico, y determinar aproxidamente las coordenadas de su epicentro.

Antes de abandonar el estudio de la formación de la Tierra, desde el punto de vista físico, conviene recordar que, á partir del célebre experimento de Cavendish, en 1798, se ha repetido por muchos sabios la determinación de la densidad media de nuestro planeta, que es 5,50 la del agua, y que varía creciendo desde la periferia hacia el centro con arreglo á la ley que, aun no siendo conocida con todo rigor, se sintetiza generalmente en la fórmula de Roche:

$$D = 10 - 7{,}5\, r^3,$$

en la que r designa la distancia al centro de la Tierra, expresada en fracciones de radio, igual á 1 para las capas superficiales, que resultan con la densidad de 2,5 y á 0 para las centrales, á las que correspondería otra cuatro veces mayor.

Lo indiscutible, á pesar de esa fórmula y de su general aceptación, es solamente que la densidad media de la Tierra es 5,5, con aproximación suficiente y que á la parte superficial conocida por el hombre le corresponde otra notoriamene menor, y no fácil de fijar por un número con la requerida precisión.

En testimonio de esto basta recordar que las densidades de los feldespatos, micas, anfiboles y piroxenos, que constituyen la casi totalidad de la corteza terrestre, tienen densidades que fluctúan entre 2,44 y 3,75, ó sea 3, como promedio, en números redondos, y que este número, ya muy próximo á 2,5, necesariamente debe sufrir una reducción mayor de 0,5, al tomar en cuenta la enorme masa de aguas que sobre la Tierra existe y las grandes oquedades que en su interior se hallan.

El gran Océano ú Océano Pacífico tiene aproximadamente una superficie de 170 millones de kilómetros cuadrados, según los recientes cálculos; el Atlántico, 100; el Indico, 68; el Océano Glacial Antártico, 24,2, y 12 el Ártico, ó sea un total de 374,2 millones de kilómetros cuadrados cubiertos por las aguas de los océanos.

Las cinco partes del mundo, comprendiendo las aguas interiores y las regiones polares, no tienen, según los últimos datos geográficos, más que 138,7 millones de kilómetros cuadrados, y ya, por lo tanto, á las aguas les corresponden 73 centésimas partes y sólo 27 á la superficie sólida, cifras que todavía habían de aumentar su diferencia de tomarse en cuenta los restantes mares, los lagos y los cursos de agua; pero que, dadas las grandes profundidades de los océanos y lo escarpado de sus costas, justifican el asignar al volumen de agua terrestre contenido, por ejemplo, en una altura de unos 6 kilómetros, á contar desde el nivel medio de los mares hacia el centro, un valor superior al de la parte sólida,

y, por lo tanto, una densidad media para la superficie terrestre inferior á 2.

Por otra parte, ni la precedente fórmula, ni otras análogas, así como muchísimos cálculos y estudios basados unas veces en la variación continua de la densidad de la Tierra, otras en el proporcional aumento de presión con las profundidades, y muchas en el progresivo crecimiento del calor interno, deben aceptarse como conformes con la realidad, de la que sin duda alguna se prescinde, á juicio mío, más de lo tolerable.

Enhorabuena que esas leyes de continuidad se aceptaran si se tratase de un cuerpo que no cambiara de naturaleza con la profundidad, de manera tan discontinua como necesariamente ha de variar la Tierra; pero las grandes diferencias que existen entre los cuerpos constituyentes de nuestro planeta no consienten que aquellas leyes se acepten como expresión de la realidad.

Lo verosímil es que los cuerpos de gran densidad, de altas temperaturas de fusión y de volatilización, tales como el platino, el iridio, el paladio, el oro, el tungsteno, el cobalto, la plata, el cobre, el osmio, el uranio, el níquel, el hierro, el manganeso y quizás algunos otros desconocidos, aun más densos y menos fusibles, figuren en grandes masas en el interior de la Tierra, á cuya superficie han aflorado, solos ó combinados con otros cuerpos, en virtud de espantosos cataclismos geológicos, que los refundieran y arrojaran á ella, y lo probable es que las mil aleaciones, mezclas y combinaciones que pudieran haberse formado, se hayan colocado, en cierto modo y en general, con arreglo á sus diversas densidades.

Aunque no tan sencillo, ni mucho menos, ese caso puede asemejarse al de un recipiente, enormemente alto, en el que sucesivamente se hayan ido echando líquidos de decrecientes densidades, que unas veces hayan ido quedando separados, limpiamente unos de otros, por superficies horizontales bien definidas, otras se hayan mezclado por completo, constituyendo desde el punto de vista físico un solo líquido, y algunas, sin confundirse del todo, resulten unidos por una capa de irregulares formas, constituída por la mezcla de ambos.

Cualquiera fórmula ó ley que se aplicara por sólo conocer la densidad del líquido superior y la media del conjunto, para deducir las densidades y presiones á profundidades determinadas, desconociendo cómo se suceden las diversas capas líquidas, sería notoriamente falsa, si se fundaba en la continuidad de la variación de las densidades y de las presiones, porque estas últimas experimentarían siempre crecimientos, pero irregulares, y las densidades variarían, en general, por saltos y no paulatinamente.

Todo esto, unido al desconocimiento de cuanto á la materia puede ocurrirle, sometida á las grandes presiones internas de nuestro planeta, hace que ciertos asuntos deban tratarse con grandes reservas, sin admitir cifras ni leyes, sino á título muy hipotético.

Y en este terreno parece que, con probabilidades de acertar, puede estimarse que la densidad media de 10, asignada generalmente al núcleo central, sea muy inferior á la real.

Un sencillísimo cálculo demuestra que la parte central de la Tierra, de un radio bastante grande, es posible que llegue á tener una densidad igual ó superior á la de los tres cuerpos más densos de los conocidos: iridio (22,4), osmio (22) y platino (21).

Si αR—siendo R el radio medio terrestre igual á 6.371.103 metros—representa aquel radio de la parte central, el volumen que á ella corresponde es $\frac{4}{3} \pi \alpha^3 R^3$, y el que resta de la Tierra $\frac{4}{3} \pi R^3 (1 - \alpha^3)$.

La suma de los pesos de ambos volúmenes, claro es que ha de dar el de la Tierra, y por lo tanto, introduciendo el valor 5,5 para la densidad media de la Tierra, y 25, por ejemplo, para el núcleo,

$$\frac{4}{3} \pi R^3 5{,}5 = \frac{4}{3} \pi \alpha^3 R^3 25 + \frac{4}{3} \pi R^3 (1 - \alpha^3) x,$$

de donde se deduce

$$x = \frac{5{,}5 - \alpha^3 25}{1 - \alpha^3}$$

que dará la densidad media de la capa periférica de la Tierra para diversos valores de α.

Si, por ejemplo, $\alpha = \frac{1}{100}$, que equivale á asignar al núcleo en cuestión un radio de 63.711 metros

$$x = \frac{5{,}5 - \frac{25}{10^6}}{1 - \frac{1}{10^6}} = 5{,}49988$$

es decir, que con que la parte periférica tenga una densidad media que sólo difiera de la terrestre en 0,000012, ya podría existir un núcleo de 127 kilómetros de diámetro, cuya densidad media fuera 25, resultado

nada extraño si se piensa en que el volumen de este núcleo es sólo la millonésima parte del que la Tierra tiene.

No es esencial para cuanto acaba de tratarse; pero sí abona aún más su certeza, adoptar para la densidad media de la Tierra los más modernos valores, superiores al ya expresado, tales como el de 5,52, empleado por el sabio geodesta Helmert en los cálculos de que ha dado cuenta, á fines de 1909, acerca de la determinación de la profundidad de la superficie del nivel, en la cual, según la hipótesis de Prat, es constante la presión ó bien el 5,576, mucho más fuerte, empleado por Haytford en análogos cálculos, para fijar la profundidad á que se halla la superficie de compensación.

Y ya que hablando del modo como parece probable se formara la Tierra ha corrido la pluma para ocuparse algo en lo que actualmente es, con aquella formación íntimamente relacionado, no he de dejar de consignar mi sentimiento por no poder pasar, dado el objeto de este trabajo, una rápida ojeada sobre teorías y estudios, entre los cuales, por su importancia y actualidad he de citar tan sólo el trabajo del ilustre sabio francés M. Lallemand, acerca de la rigidez de la Tierra, comparable con la del acero, según Sir Darwin, que dió la cifra (1) $\rho = 7{,}7$ como valor de este coeficiente de rigidez; número que, por trabajos de diferentes sabios, ha tenido correcciones de importancia en uno y otro sentido y al que los cálculos de M. Lallemand asignan recientemente 6,3, comprendido entre el del cobre, $\rho = 4{,}7$ y el del acero antes citado, y que confirma la intuición del mayor de los genios modernos: del famoso Lord Kelvin, que ya en 1877 asignaba á la Tierra una elasticidad intermedia entre las del acero y del vidrio, que viene en apoyo de la hipótesis, antes sustentada, de un núcleo metálico, ya que se trata de una rigidez media, á la cual es inferior, desde luego, la que corresponde á la corteza terrestre.

A ese esbozo de estudio físico de la Tierra, en el que necesariamente había de citarse la densidad y rigidez de nuestro planeta, por la importancia que ambas tienen en la producción y propagación de terremotos, hubiera querido que siguiera otro ligero examen de la constitución in-

---

(1) $\rho = \frac{0{,}49}{1+\sigma} \times \frac{K}{1.000}$, fórmula en la que K es el coeficiente de alargamiento longitudinal, ó peso, en kilogramos, que duplicaría la longitud de una varilla prismática de 1 mm² de sección y que vale 20.972 para el hierro y 21.426 para el platino iridiado recocido, y σ es el módulo de contracción tranversal, ó relación entre lo que se contraen las aristas transversales de un cubo aislado, de aquella varilla, y lo que se alargan las verticales, que vale, en general, 0,30: sólo 0,25 para los metales recocidos y el vidrio y 0,40 para los metales templados.

terna de nuestro globo, desde el punto de vista químico y puramente geológico.

Pero, aun simplificando mucho el problema, con tener en cuenta tan sólo los cuerpos simples que más abundan en la superficie terrestre (oxígeno, silicio, aluminio, calcio, magnesio, potasio, sodio, carbono, azufre, hidrógeno, manganeso y cloro), es tan complicada la cuestión, que para estudiarla, aunque sea someramente, pero con verdadera conciencia científica, preciso sería disponer de mucho espacio.

Y como éste no sobra y por otra parte, desde el punto de vista sismológico, ese estudio, aunque importante, no debe preferirse á otros, sólo me atrevo á exponer cuatro generalidades, al parecer indispensables, ó, por lo menos, de conveniente recuerdo.

De todos los cuerpos simples es el oxígeno, sin duda alguna, el que más abunda en la parte de la Tierra que se conoce: constituye cerca de la cuarta parte en peso de la atmósfera; las $\frac{8}{9}$ del agua, que tanto abunda; casi la mitad de los feldespatos y micas; de un tercio próximamente á cerca de un medio de los anfíboles y piroxenos, según su diversa composición, y más de la mitad de su peso de los peridotos y cuarzos, para no citar más que aquellos minerales que constituyen la casi totalidad de los terrenos explorados por el hombre, y dejando á un lado carbonatos, sulfatos, etc. etc., en los que tambiéu figura tan importante elemento.

Las calorías, que sólo las combinaciones del oxígeno habrán producido al formarse la Tierra, por su enorme número, dan idea del infinito. Un cálculo sencillísimo de termoquímica demuestra, por ejemplo, que al formarse cada metro cúbico de agua, por la consiguiente combinación del citado gas con el hidrógeno, se habrán producido cerca de cuatro millones de calorías, y unos siete y medio millones, también de grandes calorías, por cada metro cúbico de feldespalto, y al pensar que por cada kilómetro cúbico de esos compuestos hay que multiplicar esas cifras por mil millones y que de los 1.083.260 millones de kilómetros cúbicos que la Tierra tiene de volumen, corresponden una gran parte á aquellos cuerpos, la imaginación menos propensa á impresionarse, siente, sin duda alguna, profunda admiración, y por fácil y vehemente que sea, apenas podrá formarse idea de las nuevas fusiones que habrán podido producirse, y de los mil cataclismos á que habrán dado lugar cantidades tan inmensas de energía.

Este tejer y destejer de cambios de estado y de reacciones sin cuento, análogo en su principio al que hoy se observa en el Sol, y en el que las substancias que hoy consideramos como indescomponibles en otras, han ido perdiendo no sólo las calorías que en sí misma atesoraban, sino

gran parte de las que al unirse entre sí originaban, duró tiempos que algunos pretenden calcular, atrevida y no muy concienzudamente; pero tuvo su fin, y la corteza terrestre, que antes saltaría una y otra vez por el espacio al empuje de tremendas explosiones internas, y muchas se licuaría y aun volatilizaría, llegaría á adquirir relativa consistencia y estabilidad, confirmando una vez más que con la pérdida del calor se va aproximando la quietud y la muerte.

En cierto modo apaciguado el período de mayor actividad química de la Tierra, aparecería nuestro planeta con forma exterior próximamente elipsoidal, pero lleno de enormes é irregulares ampollas, levantadas por el empuje de los vapores y de los gases de las reacciones internas, formando montañas, cordilleras y valles más ó menos profundos, cuya superficie, correspondiente á una costra, relativamente ténue, ofrecería temperaturas variables, no inferiores en parte alguna á más de cien grados, y en cuya atmósfera, mucho más pesada que la actual, existiría prodigiosa cantidad de vapor de agua.

El verdadero movimiento perpetuo que en nuestros días tiene el vapor de agua atmosférico producido principalmente por la evaporación de los mares para llegar á saturar esta ó la otra parte de la atmósfera y condensarse por enfriamiento, originando lluvias, muchas veces destructoras, que le vuelven á la tierra y á los mares, por arroyos y ríos, apenas pueden dar idea aproximada de las lluvias de agua, casi hirviendo, que sobre la caldeada tierra caerían, para evaporarse de nuevo, transportando en su seno millones y millones de calorías, restadas de la superficie terrestre para llevarlas á las alturas y en ella perderlas, hasta conseguir que la temperatura de esa superficie bajara y en ella pudiese quedar depositado aquel líquido, á punto de hervir. Y claro es que no por esto dejaría de continuar el enfriamiento ni de producirse grandiosos meteoros acuosos, de los cuales son los actuales raquítico remedo, á pesar de la potencia muchas veces terrible y asoladora, con que se nos presentan.

A esas elevadas temperaturas del agua corresponderían otras, poco diferentes, en general, de la corteza terrestre, todavía de poco espesor y escasa consistencia, circunstancias que ocasionarían continuas roturas, combinaciones nuevas, producciones enormes de gases y de vapor de agua, que romperían, por doquier, aquella débil cáscara, elevándola, dislocándola, torciéndola, volteándola á veces con trepidaciones y empujes de los que son endeble muestra los actuales terremotos.

Volvería á reconstituirse la corteza soldándose á veces con nuevos materiales ó uniéndose por simples presiones; pero ya bajo la acción de incesantes lluvias y de empujes considerables de los mares, que pudie-

ran contribuir á explicar el hecho de que las masas continentales desciendan á las grandes profundidades marítimas por rápidas pendientes, hasta tal punto que si se supusieran desecados los mares, aparecerían los continentes como elevadas mesetas de faldas abruptas, relativamente próximas á la vertical.

La historia de la Tierra, desde esas remotas fechas, se ha pretendido escribir por muchos, utilizando como documentos las especies vegetales y los minerales hallados; pero aunque las fuentes de información son las mismas para todos los historiadores, las narraciones suelen ser muy diferentes, no sólo en la duración de las épocas en que la historia se divide (Arago, por ejemplo, asigna una duración de trescientos trece mil seiscientos años transcurridos entre el período carbonífero y los actuales tiempos, mientras que Bischoff la estima en nueve millones de años), sino en el modo de producirse los hechos y en las causas que los originaron.

De todas las magnas discusiones geológicas á que esas narraciones han dado lugar, no parece pertinente tratar aquí, ni siquiera para exponer la que hoy predomina como más verosímil; pero, aunque á la ligera, alguna observación merece, por su íntimo enlace con la Sismología, la orogenia ó formación de montañas, al cual fenómeno suele atribuírsele la presentación del mayor número de importantes terremotos.

Se admite que la causa eficiente de la formación de las montañas es el enfriamiento secular del globo que, como consecuencia, produce la disminución del diámetro terrestre é implica la necesidad de que la corteza, al adaptarse á núcleos cada vez más reducidos, disminuya progresivamente su superficie de asiento.

La corteza de la Tierra viene á ser, según esta hipótesis, como una bóveda hecha por un mal constructor, compuesta, no de dovelas, sino de malos mampuestos, de irregular forma, flexibles, pésimamente unidos con detestables argamasas, sobre una cimbra deformable, que poco á poco se reduce de tamaño.

Esa bóveda, incapaz de sostenerse por sí misma, por la hábil combinación que el artífice estableciera entre la acción de la gravedad y los empujes horizontales, al bajar su cimbra, sobre ella cae, hundiéndose unos trozos, flexándose otros, por los empujes horizontales de la bóveda y elevándose alguno, de juntas en tal forma dispuestas que, al bajar los adyacentes y tratar de acercarse entre sí, lo impulsan hacia arriba, para que la base de apoyo pierda, entre esas flexiones y elevaciones, la misma superficie en que la cimbra se redujo.

Los plegamientos de los estratos corresponden á esos mampuestos flexibles que se doblan por empujes horizontales, los geosinclinables, por los que la Tierra juega, son esas juntas de débil argamasa de la bó-

veda; las fallas son, á su vez, las superficies de rotura de los mampuestos, al descender sólo una parte de ellos; las montañas son los que se elevan etc., etc.

Completan esta teoría los supuestos de que ese arrugamiento de la corteza terrestre produjo extensiones en la parte externa y compresiones en la interna, que originarían en unos lados desgarramientos, por donde saldría la materia ignea, y por donde aun sale, por los volcanes, impelida por las compresiones debidas al repliegue de la superficie que, á su vez, en otros lugares, originarían erupciones abortadas, elevando y doblando los estratos.

Este determinante papel que al enfriamiento se asigna no sólo es discutible, sino difícil de admitir, porque si bien en el período cosmológico ó primitivo: desde el principio hasta que no llegara la costra sólida á ser gruesa, tendría indudable influencia, porque nuestro planeta, con sus elevadísimas temperaturas, irradiaría por el espacio cantidades de calor enormemente mayores que del Sol recibiera; en cambio, estas diferencias, cada vez menores, acabarían por ser nulas, ó acaso en algunos períodos el enfriamiento del globo tuviera sus retrocesos, por las muchas calorías que las reacciones químicas de su interior desarrollaran.

La progresión del enfriamiento, como causa eficiente y única de todos los trastornos geológicos, tiene además, en contra suya, la escasa conductibilidad de los materiales que constituyen la costra sólida y su gran espesor, que prácticamente hace que haya la zona llamada de temperatura invariable, adonde ni llegan las consecuencias de los cambios térmicos de la superficie ni los del interior.

Cuando de este asunto se trata, no es raro hallar citado, como prueba indirecta del progresivo enfriamiento, el gran desarrollo de la vida vegetal en el período permo-carbonífero, con sus numerosas especies gigantescas de plantas arborescentes, como consecuencia natural de las temperaturas elevadas que sobre el globo existían; pero de frente contra esa prueba del continuo enfriamiento, aparece, al principio de la época cuaternaria, el terrible período glacial, verdadero y larguísimo reinado del frío, del que la Tierra llegó á emanciparse en el período diluvial, que labró nuestro planeta, dándole próximente el aspecto actual, merced á temperaturas más elevadas. Y ese enigmático enfriamiento, al que no se ha hallado explicación realmente satisfactoria, indica en cambio, que no es lícito admitir la secular é incesante pérdida de temperatura de nuestro globo que, en la época actual, más bien parece haberse calentado, al menos superficialmente.

Además, forman los estratos tan extraordinarios, múltiples y extensos pliegues, y repliegues y los levantamientos de terreno son tan consi-

derables, que cuesta gran trabajo atribuir todo ello á efectos indirectos de la contracción del núcleo igneo, sobre el se supone descansan, sin incluir entre las causas que los producen, dándole preponderante lugar, á grandes fuerzas internas de expansión, creadas por los vapores y los gases de múltiples reacciones químicas, que siguen hoy mismo verificándose en el interior de la Tierra.

Nunca se terminaría si se trataran las teorías ya expuestas para dar idea de la constitución interna de nuestro planeta, acerca de la cual puede afirmarse que habrá pocas ó ninguna hipótesis que no se haya sostenido, ni razonamiento que no se haya empleado.

Esta misma profusión trae la ventaja de que cada cual pueda fraguarse una idea, más ó menos verosímil, del modo de estar constituído el interior de la Tierra, con la certeza casi de que la imagen que se forme, aunque original, no sea nueva, y abusando de esa ventaja se ha expuesto la que precede, para cuya conclusión bastan ya pocas palabras.

El núcleo sólido, á mi entender, por las razones ya indicadas, debe ser de forma irregular y en él abundarán grandes depresiones, dándole un aspecto parecido al que la superficie de la tierra ofrece; pero sólo desde el punto de vista geométrico, ya que á los murmuradores arroyos, tantas veces cantados por los poetas; á los ríos, unas veces mansos y otras torrenciales; á los hermosos lagos y á los grandiosos mares, sustituirán arroyos, ríos, lagos y mares también; pero no de agua, sino de substancias, á veces incandescentes, más ó menos líquidas, que con sus fulgores siniestros alumbrarán áridos paisajes, tan monótonos y tristes, como variados y alegres son, en general, los de la superficie terrestre.

Y si al mirar hacia abajo se ofrecería tan infernal aparición, aún más triste sería comtemplar el cielo de esos paisajes, toda vez que la mirada tropezaría con grandiosas y sombrías bóvedas, á cuyas profundidades ni remotamente llegaría la luz de las masas igneas que bajo ellas existen, unas veces en reposo, otras con mansa corriente y algunas en tumultuosa agitación.

La inmensa techumbre que la corteza terrestre forma sobre esos desoladores paisajes estará sostenida aquí y allá por gigantescas columnas, extrañas é irregulares, y por grandes macizos, cuyo conjunto formará una red inestricable, que á veces dejará completamente incomunicados algunos de esos espacios, y otras consentirá el paso de unos á otros sólo por conductos de variada sección.

La atmósfera de ese núcleo no desmerecerá ciertamente del suelo ni del cielo de tan calurosas comarcas, porque estará constituída por gases y vapores, entre los cuales el del agua será el más tolerable, y esas substancias gaseosas, acumuladas en variables cantidades y con tensiones

también variables, deben desempeñar importante papel en la dinámica del interior de nuestra Tierra.

En efecto, esas masas líquidas ó pastosas estarán sometidas, como sus análogas de la superficie terrestre, á la acción de la gravedad y á las atracciones de todos los cuerpos celestes, entre los cuales, por su eficacia, basta considerar únicamente las del Sol y de la Luna, capaces de producir mareas intra-terrestres, coma las produce sobre nuestros mares y como las recientes observaciones del Sr. Hecker han evidenciado que las produce también sobre la totalidad de la costra sólida del globo, que no deja de ser elástica y, por lo tanto, deformable; pero además de esas fuerzas obrarán enormes presiones, con variaciones importantes, que de ningún modo, por su cuantía, pueden asemejarse á la presión atmosférica ni á los cambios de ella, relativamente pequeños, medidos por las oscilaciones de la columna barométrica, que obran sobre las aguas superficiales.

Ninguno de nuestros ríos detiene su curso, ni mucho menos deja correr sus aguas en sentido opuesto al que tienen, por las variaciones experimentadas solamente por la presión barométrica, y muchos conductos de materia incandescente líquida habrá, comparables por sus dimensiones con nuestros grandes cursos de aguas, que arrastrarán su caudal, acaso violentamente, de una á otra parte y viceversa, obedeciendo á los enormes cambios de presiones de las capacidades cerradas que pongan en comunicación.

Supóngase dos cubilotes con hierro fundido, por ejemplos, cerrados y unidos por su parte inferior por un fuerte tubo, más ó menos largo cuyos extremos estén á inferior nivel que el más bajo de la fundición de ambos recipientes. Sin necesidad de acudir á reacciones químicas, que en el interior de la Tierra habrán de producirse constantemente, desprendiendo gran cantidad de gases, bastaría hacer entrar unas cuantas gotas de agua en uno de los cubilotes, para que la gran presión desarrollada en él hiciera correr parte ó todo el líquido fundido, según las condiciones, al otro cubilote y de este último podría hacerse repasar el líquido al primero, empleando el recurso antes usado, que podría repetirse alternativamente, mientras las calorías de la masa ignea lo consintieran, hasta que la tensión del vapor de agua fuera tan grande que uno ó los dos recipientes se rompieran y según el lugar de la rotura, salieran al exterior, violentamente expulsados, ya vapor de agua solo, ya hierro fundido ó bien ambos á la vez.

Sustitúyanse los cubilotes por espacios, que pueden ser inmensos y tener como cubierta todo un continente ó gran parte de él y el tubo de comunicación por uno ó varios túneles, de gigantescas proporciones é

irregular estructura, y se tendrá aproximada idea de lo que en el interior de la Tierra puede ocurrir y de lo verosímil que es suponer el forzado transporte de una á otra parte de toneladas y toneladas de substancia, por el variable empuje de gases y vapores.

De lo que serán estos empujes, pueden dar idea la altura de 11.000 metros, alcanzada por la columna de gases y vapores, que arrojó verticalmente y con gran velocidad el Krakatoa, en 1883 y las de 3.000 y 6.000 metros, sobre el nivel del mar, que respectivamente llegan á tener las columnas, no ya de gases y vapores, sino de lava, que á veces expulsan el Etna y el Cotopaxi.

III

(Causas de los terremotos.)

Así concebida la manera de ser del interior de la Tierra hallan fácil explicación fenómenos á los que otras hipótesis satisfacen y muchos más que aún no se han justificado ó que, por no ser explicables, se han reputado por falsos, tomando el cómodo partido de no dar crédito á lo que muchos observaron, sólo por no amoldarse cuanto éstos últimos vieron á las consecuencias de teorías preconcebidas.

Fácilmente se comprenderá que los arrastres y erosiones de nuestras aguas y la denudación de las rocas superficiales, por las acciones atmosféricas, apenas pueden dar idea de la actividad del transformismo en el espacio existente entre la corteza terrestre y el núcleo central, porque aquellas aguas estarán sustituídas por líquidos mucho más densos, de velocidades que pueden ser enormes, con pontencias químicas y temperaturas de que carecen las corrientes hidráulicas y, por añadidura, á nuestra atmósfera se sustituirá otra, compuesta de más activos elementos, con presiones parciales muy desemejantes.

Estas causas, combinadas con las que obran en la superficie terrestre, claro es que producirán derrumbamientos, parciales ó totales, de pilares y bóvedas, y, entre otros fenómenos que originen, agitarán la corteza terrestre, que á veces se deformará ó romperá, principalmente por sus líneas de menor resistencia, que serán las que más se presten á dejar mover las partes más sólidamente constituídas, á las que sirven de unión.

Y aquí cabe señalar que este último hecho, consecuencia sencilla y natural de la teoría expuesta, es el más admitido como causa única de los los terremotos, que si acaso se considera hija no más que de las traídas y llevadas pérdidas del calor central y de la expulsión de materias eruptivas.

Las opiniones reinantes acerca de la causa de los terremotos pueden sintetizarse en los párrafos que á continuación se copian, tomándolos de los prólogos que los eminentes geólogos Lapparent y Suess escribieron recientemente para las obras del sabio sismólogo F. de Montessus de Ballore, tituladas *Les tremblements de terre* y *La Science seismologique*, de todos tan conocidas y estimadas.

Dice así Lapparent, en el prólogo de la primera de esas obras:

« Cuanto más se estudia esta corteza en detalle más obligado, se está á reconocer en ella, en todas partes, la huella de numerosos esfuerzos de ruptura y de flexión. Es, como se ha dicho con justicia, una verdadera marquetería, compuesta de gran número de piezas, diferentes por su composición y estructura, que han debido moverse muchas veces las unas con relación á las otras. Seguramente este juego debe proseguir aún, puesto que el calor interno y la eyaculación de materias eruptivas bastan para turbar perpetuamente el equilibrio de la corteza. ¿No será ese el origen de todos los terremotos de gran amplitud, por lo menos de todos aquellos que cubren un espacio incomparablemente superior al que una explosión volcánica podría conmover?

« Para resolver esta cuestión se imponía un estudio de conjunto, etcétera, etc. »

Y después de dar cuenta de los trabajos de Milne y de Montessus de Ballore, juzgando que contestan á la anterior pregunta de un modo afirmativo, agrega el eminente geólogo:

« Con él (con el autor M. de Montessus de Ballore), se asombrarán los que lean esta obra de que hayan sido necesarios tanto trabajo y tanto tiempo para llegar á buscar en la corteza misma, y no fuera de ella, la causa de los movimientos que la agitan. »

Con el mucho respeto que Lapparent merece, no hemos de dejar de advertir la confusión que introduce entre la causa y los efectos de ella, porque, usando su mismo símil, los mosáicos y muebles ensamblados, si juegan por sus líneas de unión, es por efecto de causas á ellos externas, tales como la humedad y la sequía, y la existencia de las imperfectas uniones sólo determina los lugares en que, por efecto de aquellas causas, es más fácil el juego de las diversas piezas.

Por su parte, el geólogo Suess, eminencia también indiscutible, dice en el prólogo de *La Sciencie seismologique.*

« Con él (con M. Montessus de Ballore), se reconocerá que todos los terremotos tan destructores de estos últimos años, que han llenado al mundo de espanto, eran de origen tectónico y no tenían epicentro; pero que las explosiones ó las catástrofes como la de la Montaña Pelée, forman una clase independiente de fenómenos. »

Independencia que ya había hecho notar precedentemente, en el mismo prólogo, al decir:

« ..... ahora rechaza (la ciencia sismológica) esta noción (la del epicentro) por demasiado simplificada, valedera solamente para las conmociones debidas á explosiones volcánicas, para elevarse á la del movimiento de conjunto de los planos de la marquetería terrestre. »

Con la maestría propia de sus autores, queda en los precedentes párrafos bien definida la opinión reinante acerca del origen de terremotos tectónicos y volcánicos, considerados como distintos, y debidos los unos al juego de las distintas partes de la cáscara sobre la cual habitamos, y los otros á explosiones interiores.

Se cree que la tierra se arrugó allá en remotos tiempos, por efectos del enfriamiento y de la salida de sus entrañas de materias líquidas y gaseosas, y así se concibe la orogenia; pero este enfriamiento, acerca de cuyos resultados, en cuanto á sus efectos de contracción, cabe hablar mucho, discutiendo su valor, y esas expulsiones de materia, ¿no podrían haber estado poderosa y, algunas veces, decisivamente ayudadas por el empuje hacia el exterior, de gases y vapores cuya existencia en las entrañas de la Tierra es palmaria?

Sin entrar en el fondo de esa cuestión geológica, obsérvese que dentro de la hipótesis sustentada no cabe bien esa clasificación de los terremotos, como puede verse en un par de ejemplos, cuya posibilidad no parece fácil negar.

En una de esas inmensas bóvedas de que se ha hablado, y cuya existencia justifican, por cierto, las mediciones hasta ahora hechas de la gravedad, se produce un derrumbamiento: masas tremendas de rocas caen desde gran altura, y al chocar, transforman su fuerza viva, parte en calor, parte en trabajos mecánicos de deformación elástica de la Tierra, que producen ondas, y, por lo tanto, un terremoto, para cuya generación y producción ninguna falta ha hecho el juego de las piezas del mosaico superficial, único que el hombre conoce, por los leves arañazos que en la corteza terrestre suponen las diferencias de nivel entre las más altas cordilleras y los mares más profundos y las perforaciones mineras que ha realizado.

Nada se opone á que esas masas de rocas desprendidas caigan sobre la substancia líquida, bien directamente ó ya rebotando por las vertientes del abismo, y determinen la salida de ella por un volcán más ó menos lejano, produciendo, de esta suerte, idéntica causa los dos fenómenos, cuyo origen se pretende sea muy distinto.

Sin recurrir á esa admisible hipótesis, bastaría un aumento en la tensión de los gases del interior de la Tierra, seguido de una disminu-

ción, por haber hallado ellos mismos salida ó por haber empujado la materia incandescente por un volcán, para que al mismo tiempo que este último funcionara se bamboleara también la corteza terrestre, sometida á empujes tan distintos.

Y claro es que si esa sacudida, que los gases produjeran, obrara sobre las piezas de la marquetería terrestre, de que Lapparent habla, cuyos enlaces fueran débiles, la misma causa que originó el volcán produciría un terremoto tectónico, con el cual quiere negársele todo parentesco.

Cuanto precede no quiere decir, en modo alguno, que siempre los terremotos llamados tectónicos hayan de provenir de las causas últimamente señaladas ó de otras á ellas análogas: tan propensas pueden estar á moverse algunas piezas de ese mosaico que cualquiera causa, por nimia que sea, pueda disparar, por decirlo así, el terremoto; pero, en definitiva, jamás será la causa eficiente la misma marquetería y siempre habrá de buscarse fuera de ella, sin olvidar, por otra parte que, dado el gran espesor de la certeza terrestre, no siempre serán las juntas de ella más débiles aquellas que nos son conocidas por manifestarse en su superficie.

Además, conviene no olvidar tampoco que nada tiene de extraordinario que los choques y perturbaciones de todo género á que la corteza terrestre pueda estar expuesta, tengan sus consecuencias más tangibles en aquellas partes de ella que gocen de estabilidad menor, así como nada de extraño tiene que el choque contra una mesa derribe los objetos colocados sobre ella cuyo equilibrio es más instable y apenas produzca efecto en los de gran estabilidad.

Ni tampoco es de desdeñar que abunden los terremotos en que no se han hecho constar cambios de nivel ó de situación horizontal, que pudieran justificar aquellos cataclismos, desde el punto de vista mecánico, y que aun en los que esos cambios han alcanzado más considerables valores, el trabajo inicial que suponen hubiera podido entregarlo con creces la caída de masas relativamente pequeñas en el interior de la Tierra, capaz, por lo tanto, de engendrar terremotos de tanta ó mayor intensidad, porque, en este último caso, preciso es recordar, por elemental que sea, que la velocidad de caída de una masa determinada desde una altura h es $\sqrt{2gh}$, despreciando la resistencia pasiva del medio en que se mueve, y, por lo tanto, su fuerza viva es proporcional á la altura, siendo la misma la de una masa que cae desde un centímetro, que la de otra 10.000 veces menor que cayera desde 100 metros.

A propósito de esto, conviene hace notar que no son necesarias grandes masas móviles ni extraordinarias velocidades de choque para engendrar los terremotos, como puede comprenderse sin más que recordar

hechos de todos conocidos. Basta, en efecto, que por una vía pública circule algún ligero vehículo, sin que tenga extraordinaria velocidad, para que los choques de los pocos cientos de kilogramos, que en conjunto supone, contra el pavimento, originen vibraciones transmitidas de modo muy apreciable á enorme mole de edificios, cuyas toneladas y toneladas de peso adquieren todas ellas visible movimiento, al ser recorridas por ondas elásticas debidas á tan insignificante causa.

Se indicó que la hipótesis expuesta, en la que tanta importancia se concede á la existencia de oquedades y gases y vapores en el interior de nuestro globo, explicaba hechos hasta ahora de origen desconocido ó no bien averiguado, y preciso es confirmar ese aserto, aunque sea á la ligera, con algunos ejemplos.

Los ruidos terrestres, de intensidad, tono y timbre tan distintos, que suelen preceder ó acompañar á los terremotos y erupciones volcánicas, así como los que se hacen oir sin que exista ninguna de esas dos clases de fenómenos, tienen sencilla y clara explicación en la circulación, á veces violentísima, de materiales líquidos, y en las explosiones y derrumbamientos que han de producirse en esos antros subterráneos, verdaderas cajas sonoras de múltiples y variados ecos.

La irregularidad con que los polos describen extrañas curvas sobre la superficie de la Tierra, acerca de la cual nada concreto se sabe, halla también lógica explicación en el transporte de grandes masas líquidas interiores, merced al juego de los cambios de presión á que se hallan sometidas; porque estos cambios de posición de las materias terrestres, con relación á su eje de giro, alteran los momentos de inercia y hacen cambiar la situación del eje instantáneo de rotación, y, por lo tanto, la de los dos puntos en que corta á la superficie terrestre.

Sistemáticamente se ha negado por algunos que puedan tener conexión directa los terremotos con lluvias, rayos y resplandores, que muchos aseguran haber observado al mismo tiempo que se sentían los efectos de los sismos y la posibilidad de que coexistan unos y otros fenómenos, algunas veces, y en especiales circunstancias, halla también sencilla explicación dentro de la teoría expuesta.

Del mismo modo que la irrupción de vientos relativamente calientes, cargados con gran cantidad de vapor de agua, en una atmósfera fría produce la usual lluvia, asimismo la inyección de vapor de agua, muy caliente, que se escape de la Tierra, por ésta ó la otra boca ó hendidura, en las convulsiones que le agitan, puede ser la causa determinante de una lluvia ó de otro meteoro acuoso.

Ese escape de vapor de agua, solo ó unido á otros gases, puede justificar también los rayos y resplandores antes mencionados, porque todos

sabemos que la máquina hidro-eléctrica de Armstrong se reduce á una caldera de vapor, al cual se da salida por tubos adicionales, produciendo enormes chispas, de 2 metros de longitud, y no es mucho fantasear que, en análogas condiciones y por causas iguales, aunque en proporciones mayores, la violenta salida de gases y vapores de la caldera terrestre pueda producir fenómenos eléctricos luminosos de consideración.

Las erupciones volcánicas, ya se verifiquen con irregulares períodos, ó ya se presenten de modo intermitente y regular, también se explican, con claridad y sencillez, por la teoría expuesta, sin más que admitir combinaciones posibles entre la configuración de los espacios endotelúricos y la existencia de substancias líquidas, sometidas á variables presiones por los gases.

Supóngase la base de un volcán cualquiera cerca de la substancia líquida ó completamente sumergida en ella; bastará que esa substancia bañe por completo los irregulares bordes de alguna de esas bóvedas de que ya se habló, y que dentro de esa capacidad, por acciones químicas ó por filtraciones de agua, ó por ambas causas á la vez, se aumente la presión gaseosa, ó bien que por efecto de derrumbamientos se eleve el nivel del líquido, para empujarle más ó menos violentamente hacia el volcán, por cuyas bocas ascenderá, vertiéndose mansamente al exterior, ó bien saliendo vigorosamente proyectado, mezclado ó no con gases ó vapores, según sean las condiciones del impulso recibido y de los orificios de salida.

Y si en esas cavidades, á las que el volcán sirve de respiradero, no hay ordinariamente esos irregulares empujes de flúido y sólo en su parte superior se van acumulando poco á poco gases ó vapores que eleven lentamente las tensiones y, por lo tanto, el nivel de la lava en el volcán, puede suceder que al llegar ésta á cierta altura dentro del tubo, por decirlo así, de salida, y al descender por lo tanto el nivel del líquido que exteriormente á ese tubo rodea, halle ese exceso de gases escape por el volcán y vuelva á comenzarse otro nuevo ciclo.

La expulsión sólo de gases ó bien de gases y cenizas, claro es que se producirá cuando las lavas en su complejo flujo y reflujo no obturen la base de los volcanes y los súbitos aumentos de presión originen corrientes gaseosas que barran las paredes de los conductos que recorran, la inferior de las cuales estará formada por la superficie de las substancias incandescentes.

Como repetidamente se ha indicado, en la teoría *tectónica* de los terremotos, basada en la contracción del núcleo terrestre por enfriamiento y en el consiguiente arrugamiento de la corteza terrestre, se atribuyen á este último la casi totalidad de los movimientos sísmicos importantes.

Según la teoría llamada *cristalina* de Tammann, de reciente origen, la causa principal de los terremotos está en el cambio del estado líquido por el sólido de las substancias del interior de la Tierra, muchas veces realizado con violentos choques, sobre todo cuando las substancias que se hallan en presencia son capaces de combinarse entre sí.

Con arreglo á esta última teoría, el sismólogo Sieberg, de Estrasburgo, asigna á las explosiones periódicas de cristalización un papel preponderante en la formación del relieve de la corteza terrestre, que en rigor se debería á todo lo contrario que la teoría *tectónica* supone.

En efecto, según las ideas de Tammann, comienza la solidificación de una capa líquida interna cuando la presión ejercida por las superiores á ella, también fundidas, llega á ser exactamente la que corresponde á la temperatura máxima de presión de la substancia que constituye aquel líquido. Ya cristalizada esa capa se extenderá hacia el interior contrayéndose, y hacia el exterior *dilatándose;* precisamente lo contrario que la teoría tectónica afirma.

Con todos los miramientos debidos, me atrevo á considerar inaceptable esta teoría de Tammann, en la que además se supone una igualación de temperaturas del interior de la Tierra bastante rápida, por intermedio de las corrientes de convección; porque, entre otras razones, con temperaturas no muy diferentes de las substancias líquidas y con los extraordinarios aumentos de presión de que se ha hablado, producidos hacia la periferia y hacia el centro, la cristalización total no tardaría siglos y siglos, sino que se hubiera efectuado de una manera relativamente rápida, y tiempo hace habría terminado por completo.

Sea de todas esas teorías lo que se quiera, es lo cierto que en la propia constitución del interior de la Tierra deben hallarse algunas de las causas de los terremotos que agitan la superficie.

Para muchos esa constitución es el único origen de los terremotos; pero, en tal afirmación, hay demasiado exclusivismo, á juicio mío, como procuraré demostrar enumerando algunas otras causas, que concurren al mismo fin, aunque su intervención sea mucho menos preponderante.

Y como este examen ha de comenzar por el de las causas denominadas extratelúricas, no parece que esté demás recordar que el Sol camina por el espacio, no hacia la constelación de Hércules, como hasta hace poco se creía, sino hacia la estrella Vega de la Lira, y arrastra consigo á la Tierra, que en torno de nuestro astro se mueve con la velocidad media, verdaderamente espantosa, de 106.800 kilómetros por hora, al paso que sobre sí misma gira, alrededor de su eje, cuya posición respecto á ella se consideró durante mucho tiempo como inmutable, con velocida-

des lineales que varían de los polos al Ecuador entre 0 y 1.670 kilómetros por hora.

Pero esta fijeza de los polos no sólo se ha evidenciado por el cálculo y por la observación, que no existe, sino que de medir las leyes de su variabilidad se ha tratado y se trata modernamente por la Asociación Geodésica Internacional, mediante delicadas observaciones, que ya han puesto en claro cuáles son las curvas, al parecer caprichosas, que esos puntos ideales han descrito, durante los últimos años, sobre la superficie terrestre.

Esa variabilidad, verosímilmente eterna, del eje de giro de un cuerpo como la Tierra, que con tan grandes velocidades se mueve, compréndese que, por sí sola, ha de ser capaz de producir vibraciones y dislocaciones en las masas que en torno de aquel eje giran tanto más intensas estas últimas deformaciones, cuanto que, como es sabido, no es extraordinaria, ni siquiera grande, la adherencia que suelda unas con otras las diversas partes constituyentes de la Tierra.

Sólo como consecuencia del movimiento de nuestro planeta, natural es, por lo tanto, que se produzcan movimientos relativos de su corteza.

Sin abandonar el terreno puramente mecánico, ni dejar de considerar la Tierra como cuerpo celeste, evidente es que, tanto su conjunto como sus diversas partes, hállanse sometidas á los efectos de la atracción de los demás cuerpos, entre los cuales preponderan los del Sol y de la Luna, hasta el punto de poder prescindir de los restantes.

Constantemente varían, no sólo en dirección, sino en intensidad también, combinándose además de muy diversos modos, las atracciones del Sol y de la Luna sobre las diversas partes de nuestro globo, y de ahí nace otra gran mutabilidad de esfuerzos experimentados por esta y la otra masa terrestre, que son visibles cuando esas masas son líquidas, constituyendo el fenómeno de las mareas, y que, aun siendo invisibles, no por eso pierden su realidad cuando se trata de las partes sólidas de nuestro planeta.

Sea la que quiera la importancia de estos efectos, no podrá negarse que han de ser poco favorables para la estabilidad relativa de las diversas porciones de la superficie terrestre.

Si se llega más cerca de la Tierra en busca de los enemigos de la relativa quietud de su corteza, y se considera la atmósfera que la rodea, se hallará en esta envoltura gaseosa más de una concausa de los movimientos parciales de la corteza terrestre.

Pesa esta atmósfera sobre toda la superficie de la Tierra, con una fuerza de compresión que normalmente equivale á la que sobre ella ejerciera una capa de mercurio de 760 milímetros de espesor, ó en otros tér-

minos, la presión normal sobre la superficie terrestre es de 10.330 kilogramos por cada metro cuadrado.

Varía en realidad el valor de esa compresión continuamente, midiéndose esa variabilidad por las oscilaciones de las columnas barométricas, y claro es que esa inconstancia en las presiones, que tampoco cambian de un modo general, sino que aumentan sobre unas superficies mientras disminuyen en otras, ha de producir deformaciones en el cuerpo que las experimenta.

Una idea de lo que esas oscilaciones barométricas suponen, desde el punto de vista mecánico, puede darla el hecho de que una variación de 10 milímetros en la columna barométrica implica un aumento ó disminución de presión, según sea el sentido de aquella variación, de 135.921 toneladas por cada kilómetro cuadrado.

A estos efectos, de indudable importancia, cuya acción puede admitirse, en general, que se ejerce sagún el sentido de los radios terrestres, agrega otros el aire en movimiento, que chocando, á veces furiosamente, contra la tierra firme, tiende á derribar cuanto de su superficie sobresale, ora en un sentido, ora en el opuesto, con esfuerzos de flexión tan variables en sentido como en intensidad, al mismo tiempo que contra las costas arroja tremendas masas de agua, á velocidades relativamente importantes, que originan choques violentos.

Los vientos huracanados llegan á producir presiones de más de 200 kilogramos por metro cuadrado sobre una superficie plana, de modo que á un triángulo de base horizontal de un kilómetro de longitud y de 500 metros de altura, colocado verticalmente, esos huracanes tenderían á abatirle con una fuerza de 50.000 toneladas nada menos. Es cierto que sobre una montaña de forma cónica y cuya sección recta vertical fuera el triángulo de que se ha hablado, el esfuerzo de flexión debido al huracán sería algo menor, aunque no mucho menos, porque en la realidad se compensaría algo el coeficiente de reducción debido á las convexidades presentadas al viento, con las concavidades y la vegetación, en las que el huracán se engolfaría, aumentando sus presiones; pero bastaría con que esas 50.000 toneladas se redujeran á 30.000 ó 40.000, y con tener en cuenta las intermitencias é irregularidades de los vendavales para poder explicarse que á ese fenómeno meteorológico han de deberse vibraciones y hasta dislocaciones de la superficie terrestre.

No es solo ese el efecto del aire en movimiento, porque aliado con las variaciones térmicas de la atmósfera, se apodera de toneladas y toneladas de agua para transportarlas á veces muy lejos y descargarlas, frecuentemente con violenta furia, en forma de nieve, de granizo ó de agua sobre otras regiones de nuestro globo, alterando el reparto de los pesos

que aquí y allá gravitan, aparte del efecto dinámico debido al choque de las masas acuosas contra las tierras sobre las que caen.

Esas variaciones de temperatura acumulan durante el frío grandes cantidades de hielo y nieves en las regiones polares, y cubren con blanca y espesa envoltura las cimas de las montañas, que luego el calor hace desaparecer, total ó parcialmente, produciendo grandes convulsiones en las zonas heladas, por el desprendimiento de inmensas moles de hielo, que viajan y á veces se funden del todo en los océanos glaciales, y originando la fusión de las nieves corrientes y filtraciones de agua en la tierra, que se traducen en cambios de situación de las cargas que sobre la superficie terrestre gravitan y en otros fenómenos á que dan lugar esas corrientes y esas filtraciones.

Y ya que insensiblemente este examen ha descendido desde las causas de los terremotos de origen extratelúrico hasta ocuparse en la aguas que por la superficie terrestre corren, se indicará también que en ese trabajo contínuo, que tiende á producir cambios de situación relativa de unas y otras partes de esa superficie, no deja de contribuir poderosamente el agua, ya llene grandes espacios, constituyendo mares, ya se deslice por los arroyos y ríos más ó menos caudalosos, ó bien penetre hacia el interior de la tierra, constituyendo el abundante caudal de aguas subterráneas.

El eminente sismólogo Wiechert atribuye al oleaje ciertos movimientos sísmicos, y, aparte de esa opinión, no cabe negar que la intensa vida de los mares, que unas veces crea islas y otras las derriba y deshace con su tremendo y tenaz empuje, que modifica los continentes, contra los cuales golpea de continuo, y que cambia con sus variables alturas las presiones á que están sometidos los fondos y paredes de los mares; que esa vida, de tan evidentes manifestaciones, ha de influir, con su perpétua agitación, en la estabilidad de la corteza terrestre.

Si el mar ataca y transforma islas y continentes obrando sobre la base de unas y otros, las aguas corrientes, por su parte, no permanecen inactivas y, aunque con esfuerzo de lentos resultados, contribuyen á perturbar la situación de equilibrio de la tantas veces citada corteza terrestre, desgastándola, modificándola, y, sobre todo, transportando consigo, hacia los mares, considerables masas de substancias térreas.

Las aguas subterráneas también han de ejercer importante papel en los fenónemos sismológicos.

Como ejemplo que aclara esa influencia, cita el Sr. Agamennone lo que sucede en la cuenca del río Teverone, afluente del Tíber, que pasa por Tívoli, cerca de la cual población recibe las aguas llamadas *Acque Albule,* fuertemente sulfurosas; aparte de otros muchos manantiales, muy mineralizados, que no es del caso detallar.

Basta con consignar que ese manantial de *Acque Albule* arroja de las entrañas de la Tierra 98.928.432 metros cúbicos de agua por año, en los cuales van contenidas 257.016 toneladas de materia sólida, con un volumen de 95.191 metros cúbicos. Se comprende que este sutil y tenaz escavador y tantos otros de su índole, que tan abundantes son, llegarán á modificar en tales términos las tortuosas cañerías subterráneas, por la gran cantidad de materias sólidas que sustraen, que las paredes de ellas, faltas de la necesaria solidez, cederán, produciendo hundimientos y dislocaciones subterráneas, que se traducirán en movimientos superficiales.

No sólo las aguas subterráneas muy mineralizadas, sino las que lo estén en mínimo grado, han de originar trastornos en la constitución interna de la corteza terrestre, que pueden traducirse en movimientos de esta última, por el reblandecimiento que originen en capas de substancias apropiadas, tales como la arcilla, y por el acarreo que determine cambios de configuración de los cursos y depósitos de aguas subterráneas.

Aparte de esto, no puede negarse la acción química que las aguas filtradas, sobre todo las del mar, han de producir en las entrañas de la Tierra, originando reacciones químicas, con grandes desprendimientos de calor y formaciones de productos gaseosos, que han de coadyuvar á las faltas de estabilidad de que se trata.

Habrá de admitirse, por lo menos, sea la que quiera la opinión aceptada acerca de la constitución interna de nuestro planeta, la existencia de elevadísimas temperaturas en el interior, si no de toda la Tierra, de algunas partes de ella, ya que sobre este punto las erupciones volcánicas de materias á elevadísimas temperaturas, y las fuentes termales cortan todo género de discusión.

El agua y el calor, cuando la primera almacena la energía que el último representa, todos sabemos los efectos mecánicos á que pueden dar lugar, y desde luego bastará la vaporización de cantidades no muy grandes de aguas subterráneas para disponer en la corteza terrestre de una gran energía potencial, que fácilmente se convertirá en actual, rompiendo por sí sola las paredes de la capacidad que la aprisionen, aprovechando rápidamente cualquiera concausa que en favor suyo obre, ó bien buscándose salida menos destructora, por los escapes que le ofrezca la falta de continuidad de la superficie terrestre.

El hombre, por su parte, tampoco deja de contribuir á modificar las condiciones de equilibrio del suelo que habita. Por mar y por tierra, actualmente, y acaso el día de mañana por el aire también, transporta toneladas y toneladas de unos puntos á otros; extrae minerales de las entrañas de la Tierra; vuela y hace desaparecer montañas y arrecifes; deseca unos terrenos, riega otros; suprime bosques de una parte y los crea en

otra, modificando las condiciones climatológicas y la denudación; tuerce los cursos de agua y los abre, con los canales, en donde antes no existían; perfora túneles, rellena barrancos, terraplena en un lado y desmonta en otros la tierra para dar paso á los caminos que construye; erige ciudades, con enormes pesos; modifica las costas, para aprovecharlas mejor; sujeta el empuje del mar y de los ríos con sus diques; se apodera del salto de agua que cae bravío, socavando su propio lecho, y transforma su energía mecánica en electricidad, que utiliza donde le conviene y finalmente, enmienda en beneficio suyo la configuración geográfica, poniendo en comunicación directa unos mares con otros.

Acaso parezca algo soberbio esto de asignar al hombre un papel, por modesto que sea, en las causas de los terremotos; pero, á poco que en ello se piense se comprenderá que esa supuesta participación no es hija, como lo son otras muchas creencias y afirmaciones, de la inmensa vanidad humana que, dicho sea de paso, está contínuamente prosternada, á la fuerza, ante la grandeza de lo desconocido, cuyos confines, por una cruel paradoja, tanto más se ensanchan cuanto más estudia y sabe el hombre.

En apoyo de esa influencia bastará indicar que hay movimientos terrestres de muy cortos períodos, que se manifiestan, por ejemplo, en los excelentes sismógrafos de Wiechert y de Rebeur Ehlert, cuyo origen se atribuye á la actividad humana durante el día y á los trabajos industriales; y en otro orden de ideas, que sin embargo, no deja de tener alguna conexión con esa influencia, también cabe señalar la modificación experimentada en el régimen de mareas del Mediterráneo después de la apertura del Canal de Suez, como prueba de cuanto es capaz el hombre de influir en el modo de ser de la Tierra.

La explotación de las minas produce también frecuentemente terremotos, que algunos designan con el nombre de pseudosismos, pretendiendo distinguirlos con este nombre de los que llaman sismos verdaderos, de origen natural y no artificial como aquéllos, que citamos solamente como irrefutable argumento de que no es desdeñable la influencia del hombre en los movimientos sísmicos.

Prescindo, á sabiendas, de otras causas de los terremotos, admitidas por algunos, y por ignorancia ú olvido, omitiré acaso indicar varios fenómenos que puedan contribuir á producir los sismológicos.

Entre esas causas, en las que no quiero ocuparme, bien por no serlo á mi juicio, ó ya por no estar suficientemente demostrado que lo sean, figuran las mareas del núcleo incandescente, admitidas por Perrey y otros, y las mareas de las aguas subterráneas, á las que Honda quiere dar gran importancia; como tampoco he de detenerme en hacer resaltar la correlación que muchos creen existe entre los terremotos y las man-

chas solares, que ha sido objeto de un reciente y curioso estudio, desde el punto de vista sismológico, por parte del Sr. Oddone; ni en marcar la dependencia, que otros dan por bien averiguada, entre esos cataclismos, las perturbaciones de las corrientes telúricas, las auroras boreales, las tempestades magnéticas, las estaciones del año y otros fenómenos, cuya coexistencia y relación con los sísmicos no están comprobadas.

Causa admiración ver cuánto y cuánto se ha escrito pretendiendo que los movimientos parciales de la superficie terrestre tienen por verdadero origen una sola causa. Las estadísticas, los cálculos y las discusiones que en busca de ese origen único se han sostenido y sostienen, representan enorme trabajo, que si no es del todo estéril, bien puede asegurarse, por lo menos, que hubiera producido más provechosos frutos para la ciencia aplicándole al estudio directo de los fenómenos sísmicos, que modernamente ha adquirido, por fortuna, tan grande y rápido desarrollo.

El autor de este discurso, modestamente, se atreve á creer que todas las causas antes apuntadas, y acaso algunas más, hoy desconocidas, concurren á producir los fenómenos sísmicos, sumando unas veces sus efectos, restándolos otras y combinándolos de mil modos diversos. Opina también que estas enmarañadas combinaciones pueden ser tales, que á veces, entre esas concausas, las menos importantes sean las que determinen los movimientos anormales llamados temblores de tierra ó terremotos; que, por lo tanto, las causas inmediatas de la presentación de estas perturbaciones, preparadas con el concurso de otras muchas para aparecer en un momento dado, son varias, y que todo cuanto cabe es proponer una clasificación de ellas, en la que podrá discutirse el orden que por su eficiencia han de tener, pero en la que todas deben figurar, sin dar á alguna de ellas papel, de tal modo preponderante, que á su lado deban desdeñarse por completo las demás.

La Tierra es un ser de organismo demasiado complejo y desconocido para que pueda admitirse esa sencillez en el origen de la instabilidad de su superficie, y las causas de los terremotos son demasiado numerosas para que sea lícito clasificar esos fenómenos, atendiendo á su origen, en los tres grupos de terremotos volcánicos, tectónicos y de hundimientos del terreno, generalmente aceptados.

IV

(Nuevos instrumentos sismológicos.)

Pensaba haber tratado en este trabajo, además de la utilidad de la Sismología y de la formación y constitución interna de la Tierra y de las

causas de los terremotos, en que se ocupan las precedentes páginas, otros varios asuntos, que juzgo de importancia en la ciencia sismológica.

Entre ellos figuraba el estudio de las ondas sísmicas, en el que me proponía demostrar analíticamente lo erróneo de la mayor parte de los cálculos ya realizados para fijar su velocidad media de propagación, y figuraba también una descripción sumaria de los sistemas de instrumentos ideados para la observación y registro de los terremotos, y la exposición algo detallada de algunos sismógrafos por mí ideados.

Pero la más elemental cortesía, que impone el deber de no abusar de la paciencia de los demás, me obliga á prescindir en absoluto de todos esos asuntos, á excepción del último, al que además procuraré dar reducidas proporciones.

Tan pequeñas serán, que en vez de tratar de demostrar las ventajas de los nuevos instrumentos, por medio de la detallada descripción de ellos y de su crítica, sólo me limitaré á indicar vagamente en qué consisten, guiado principalmente por el deseo de que otras personas, de mayores luces, imiten mi conducta y rompan con lo que pudiera llamarse tradición sismológica, en demanda de instrumentos basados en principios algo diferentes del seguido hasta ahora y del cual procuraré dar una ligera idea.

Los sismoscopios, sismómetros y sismógrafos ideados, son en gran número. El Dr. R. Ehlert ya estudiaba en 1897 más de 200 de esos aparatos, número que después ha aumentado considerablemente, sin que haya habido quien se tome la molestia de completar el clásico trabajo de aquel eminente sismólogo.

Pero el hecho es que todos los instrumentos sismológicos usados se fundan en el mismo principio, llamado de la masa estacionaria, que es el primero y más natural que al espíritu se ofrece.

En efecto, como el problema que se desea resolver es medir directamente ó registrar la dirección é intensidad de los movimientos del terreno, natural es tratar de proporcionarse, en esos instantes en que todo tiembla, algo, de posición fija en el espacio, á que referir esos movimientos y la inercia de la materia, parece, á primera vista, que puede resolver el problema, y de hecho lo resolvería de perfecto modo si posible fuera aislar por completo del terreno una masa dada.

Las masas empleadas para conseguir ese objeto, sean líquidas ó sólidas, preciso ha sido mantenerlas en el espacio uniéndolas al terreno, y aunque se ha buscado, por todos los medios, la manera de que ese enlace sea lo menos rígido posible, para que los terremotos no muevan con sus impulsos las referidas masas, lo cierto es que esa anhelada independencia ni ha podido conseguirse ni racional parece que se logre.

Los sismoscopios de mercurio, cuya invención primera se debe al francés De Hautefeuille (1703), exigen vasijas que contengan ese líquido y que unidas al terreno han de comunicarle sus movimientos.

Los sismoscopios, sismómetros y sismógrafos en que se suspende una masa, generalmente de hierro ó plomo, bien por su parte superior, constituyendo la numerosa familia de los péndulos verticales, ya por uno de sus costados, como se hace en la no menos numerosa de los péndulos horizontales, ó bien en vez de suspenderla se le proporciona el indispensable apoyo en su parte inferior, cual sucede en los sismoscopios de Cancani y Agamennone y en el sismógrafo de Wiechert; todos estos instrumentos, que realmente constituyen el material sismológico en uso, reciben del terreno impulsiones que les obligan á adquirir movimientos pendulares propios, que destruyen el principio de la masa estacionaria, produciendo desviaciones, con relación al terreno, funciones á un tiempo mismo del movimiento de la corteza terrestre y de las oscilaciones pendulares, constantemente iniciadas y perturbadas por el terremoto que se trata de medir.

Cierto es que, como la inventiva del hombre no descansa y de continuo pretende vencer todo género de dificultades, se ha tratado de hacer desaparecer del todo esos movimientos pendulares por ingeniosas combinaciones, como la de Oddone y la del doble péndulo de Ewing-Milne; pero el buen éxito no coronó los esfuerzos de esos sabios, y hubo de recurrirse, ya que no á suprimir el mal, á disminuirlo en lo posible, aplicándose con tal propósito los llamados amortiguadores.

Desde luego, el principio en que esos amortiguadores se fundan, es intachable cuando se trata de péndulos que se muevan sin recibir impulsiones sus centros de oscilación y estando aquellos accesorios fijos en el espacio, porque si un péndulo ha de ir gastando la energía, que representa su máxima altura de caída, desde cada posición extrema á la central, no sólo en los rozamientos de los apoyos y en vencer la resistencia del aire; sino también en comprimir ó distender el aire contenido en un amortiguador, ó en hacer que un apéndice adecuado oscile dentro de un líquido, por sí inmóvil, natural es que á estos considerables sumandos de la energía restada al péndulo, corresponda un rápido amortiguamiento de las oscilaciones de este útimo.

Pero la cuestión se complica cuando el centro ó eje de oscilación del péndulo se mueve y el amortiguador también, como en los terremotos sucede, toda vez que el efecto de esos accesorios depende del movimiento relativo de ellos respecto de las piezas de amortiguamiento, al péndulo unidas, pudiendo darse el caso de que en vez de disminuir la amplitud

de las oscilaciones pendulares resulten aumentadas, convirtiéndose los amortiguadores en avivadores, por así decir.

En efecto, si se supone un péndulo en reposo, provisto, por ejemplo, de un amortiguador de líquido, y que el terreno, en el que están fijos el eje de oscilación y la caja del amortiguador, se mueve en sentido normal á ese eje, el cambio de posición de este último entraña el movimiento inicial del péndulo en el mismo sentido, y, por si esto fuera poco, la pieza de amortiguamiento introducida en el líquido, al moverse la caja que lo contiene en aquella misma dirección, será empujada también en este sentido, sumándose el efecto del choque del eje con el del empuje del líquido, que contribuye á avivar la oscilación inicial.

La acción de los amortiguadores depende, como ya se ha indicado, del movimiento relativo del péndulo, respecto del flúido amortiguador, así es que disminuirá la amplitud de las oscilaciones desde luego cuando ambos movimientos sean en sentido contrario, ó, aun cuando sin serlo, se mueva el péndulo con más velocidad que el flúido; pero, por lo contrario, esas oscilaciones aumentarán de amplitud siempre que el flúido se mueva en la misma dirección y con más velocidad que el péndulo.

Lo que sí puede asegurarse es que á los impulsos del eje de oscilación en uno ú otro sentido, acompañará el movimiento del amortiguador, siendo prácticamente iguales, en magnitud y dirección, las traslaciones de este último y de aquel eje.

Cuando no solamente oscila un péndulo, sino también su eje, como en los terremotos acontece, es tarea difícil la de deducir del movimiento resultante el del terreno.

En pocas palabras, la influencia de las oscilaciones del terreno sobre las del péndulo, no depende tan sólo de la relación de los períodos de ambos movimientos, sino del retraso más ó menos grande entre las fases de ambos, así es que resulta complejísimo deducir cuáles fueron aquellos movimientos del terreno por el estudio de los sismogramas, resultantes finales de las variadas combinaciones de las oscilaciones del eje, con las propias del péndulo, con las vibraciones de este aparato y de los mecanismos inscriptores, por efecto de las sacudidas, y con los movimientos propios de las bandas de los sismogramas, no sólo en su sentido longitudinal, por la necesaria oscilación de los aparatos de relojería, sino en el transversal, como consecuencia de las oscilaciones terrestres.

Aumentar estas complicaciones con la introducción de accesorios, como los amortiguadores, que, como ya se ha visto, puedan resultar avivadores en determinadas condiciones, no parece prudente, y menos aún si se invoca para su empleo el principio de la masa estacionaria, toda vez

que, como ya se explicó, en vez de ayudar á la inercia, cuando el péndulo se halla en reposo, contribuye á mover la masa pendular.

Si de obtener esa ayuda se tratara, lo natural sería colocar los amortiguadores, no del mismo lado que la masa pendular, con relación al eje de giro, sino al opuesto, porque de este modo el impulso que comunicara el terreno al péndulo, estaría amortiguado en parte por la resistencia del flúido empleado en aquellos accesorios.

Es dudoso, además, que el coeficiente de amortiguamiento, deducido de la medición de lo que disminuye una oscilación moviendo el péndulo y estando fijo el amortiguador, conserve el mismo valor cuando las circunstancias cambian y ambos oscilen, porque las resistencias de los flúidos varían próximamente como los cuadrados de las velocidades, y los trabajos absorbidos como los cubos de estas últimas; así es que las variaciones de las velocidades relativas de las piezas de amortiguamiento, respecto del flúido resistente, parece que deben ejercer influencia en la variabilidad del coeficiente en cuestión.

Por otra parte, no debe perderse de vista que si la resistencia opuesta por el flúido de los amortiguadores es muy grande, los perjuicios producidos en el trazado de los sismogramas serán de gran importancia. Para darse cuenta de ello, supóngase, por ejemplo, un péndulo vertical, y á su masa provista de un apéndice sumergido en un líquido, cuya densidad se hace variar; si el líquido es muy denso, la masa, que debiera ser estacionaria, recibirá empujes de gran esfuerzo para hacerle seguir las oscilaciones del terreno, y si esa resistencia del flúido se elevara al límite, suponiéndole solidificado, la masa acompañaría en absoluto al terreno en sus movimientos, y entonces, como ella, su eje de oscilación, el del giro del aparato de amplificación y la misma banda, se trasladarían paralelamente á uno y otro lado de su posición neutra, en el trazado se obtendría solamente una línea recta, como representación del terremoto, por grande que este último fuera.

En virtud de todo lo expuesto, parece que el empleo de los amortiguadores no es de recomendar, y que remedian dudosamente un defecto á expensas de introducir con certeza otros, y de aumentar, de modo indudable, la complejidad de un problema, de suyo muy difícil.

Demostrada, como está, teórica y prácticamente, la imposibilidad de conseguir que una masa quede fija en el espacio, cabe preguntar si no sería cuerdo abandonar el principio en que se basan los actuales instrumentos sismológicos y emprender otros derroteros, tratando de sacar partido de la inercia de la materia en movimiento, ya que no es factible utilizar de irreprochable modo su reposo.

Posible es que en ese sentido se hayan hecho tentativas, ó al menos

se hayan formulado algunas ideas; pero el autor sólo conoce la proposición de fotografiar estrellas, que por las variaciones de las trayectorías en la placa dieran á conocer el movimiento de esta última, solución desde luego poco práctica, entre otras razones, porque no se obtendría ningún sismograma en tiempo nublado, y la de Alippi, de aprovechar las propiedades del giroscopio, tampoco realizada y de dudosa eficacia, al parecer, toda vez que es de temer que el eje de giro no conserve la requerida fijeza, solicitado por las bruscas y alternativas impulsiones de los terremotos.

Como prueba, no más, de que ese nuevo derrotero puede ser fecundo en resultados y para animar á que le sigan personas de mayor inteligencia y saber que el autor de este escrito, se exponen las cinco soluciones que siguen: la primera, como aplicación del péndulo cónico á los estudios sismológicos; la segunda, que utiliza la caída de los graves; la tercera, que registra el movimiento de una masa arrastrada en uno ú otro sentido por las oscilaciones terrestres; la cuarta, que se funda en medir, en cada instante, las fuerzas que actúan sobre una masa conocida y la situación de ella con relación al terreno, para deducir cuál es el movimiento de este último, y la quinta, que aprovecha precisamente los defectos de los péndulos, como instrumentos sismológicos, para determinar los períodos y las duraciones de las fases de los terremotos, utilizando los conocidos efectos de resonancia.

Consiste la primera solución en ocho péndulos cónicos, montados sobre un mismo eje vertical; número de péndulos que si á primera vista parece crecido no lo es tanto si se tiene en cuenta que el mismo aparato daría, como después se verá, no sólo las componentes de los movimientos horizontales en dos direcciones, sino también la de los verticales.

De esos ocho péndulos cónicos, cuatro, montados en la parte superior del eje común, son como los ordinarios: con el eje de suspensión de sus masas por encima de estas últimas, y los otros cuatro, cuyos puntos de apoyo están en la parte inferior del eje común, están invertidos: con la masa más alta que el eje y á éste tienden á aproximarla resortes, que han de contrarrestar los efectos de la gravedad y de la fuerza centrífuga, consintiendo sólo determinadas separaciones angulares entre el eje de giro y las varillas de los péndulos.

Los cuatro péndulos superiores están montados en cruz, determinando cada uno con el opuesto un plano, que contiene al eje de giro, según el cual se cortan normalmente los dos planos en que se hallan repartidos aquellos cuatro péndulos y en estos mismos planos se encuentran también, por construcción, los cuatro péndulos invertidos.

Al conjunto puede dársele un movimiento más ó menos rápido de ro-

tación, por medio de un motorcillo eléctrico, que, con los cuatro péndulos, podría estar encerrado en una campana de cristal, en la que el aire se hubiera enrarecido, si preciso fuera.

Habría de registrarse las desviaciones de los péndulos al pasar, en su giro, por dos posiciones situadas entre sí á 90°, N. S. y E. W., por ejemplo, y esto podría conseguirse por medio de espejos unidos á los péndulos, que, al pasar por esas posiciones, reflejaran una luz hacia una cámara de registro fotográfico.

Cualquier movimiento que ese sismógrafo recibiera puede descomponerse en tres: según el eje de giro y según las dos direcciones horizontales de que se ha hablado, á las que corresponde el registro fotográfico, y cada una de esas tres componentes rectangulares resultaría conocida en dirección y magnitud.

En efecto, la elevación del eje de giro, por un impulso del terreno, traería como consecuencia mayor separación angular de los cuatro péndulos invertidos y menor de los superiores.

Si al estar girando el sismógrafo recibe su eje un choque horizontal, en el sentido de uno de los dos planos diametrales que contienen los ocho péndulos, cuatro de ellos, situados en el plano normal á la direción del impulso, apenas se moverán, si el choque es muy rápido, y de los otros cuatro se alejarán del eje el superior y el invertido, que, mirando en la dirección del impulso, se hallan antes que el eje y se acercarán los otros dos.

Claro es que, en el caso más general de que el movimiento horizontal del eje se efectúe fuera de esos dos planos de los péndulos, podrá descomponerse en dos, según ellos, y que entonces se alejarán del eje dos péndulos superiores y sus correspondientes invertidos, y se aproximarán los otros cuatro.

Teóricamente, parece que ese sismógrafo proporcionaría un análisis completo y minucioso de los movimientos del eje, porque la velocidad de rotación pudiera ser suficiente, con relación á la del papel fotográfico, para que el espejo de cada péndulo proporcionara en él una línea continua y el cotejo de las diez y seis obtenidas, ocho en cada banda, marcaría todas las fases de aquellos movimientos, sin que á ello fueran obstáculo las posibles variaciones de la velocidad del motor, ya que un aumento de ella produce el de la desviación angular de los ocho péndulos á la vez, y que varían en sentido contrario todas estas ocho desviaciones cuando la velocidad disminuye.

Los gastos que este sismógrafo ocasionaría no excederían seguramente mucho de los producidos por otros de registro fotográfico; pero esos péndulos de masas móviles estarían sujetos á perturbacienes propias,

análogas á las de los péndulos sismográficos en uso, y desde este punto de vista la superioridad acaso no resultara, aunque siempre quede la de poder analizar, con un sismógrafo solo, el movimiento del terreno en todos sentidos.

La segunda solución, que á continuación se describirá, está exenta, en absoluto, de las temibles oscilaciones pendulares; parece irreprochable, desde el punto de vista teórico; pero, desde el práctico ofrece los inconvenientes de ser delicada y cara, aunque este último defecto pudiera atenuarse mucho haciendo que el sismógrafo sólo funcionara automáticamente cuando hubiera terremotos.

Esta solución la proporcionarán los adelantos portentosos que la fotografía ha realizado y exige, como parte esencial, cámaras cinematográficas de impresionar, algo modificadas, por la gran fijeza que han de tener para esta aplicación especial.

Supóngase en el campo de una de esas cámaras un gran lienzo blanco, vertical, dividido en cuadrículas de medio centímetro de lado, por ejemplo, y suficientemente alejado para que en la película fotográfica resulte cada uno de esos cuadrados con medio milímetro de lado.

Si entre el lienzo y la máquina se coloca suspendida una esferilla, que conviene sea negra, mientras esté fija las fotografías que se vayan obteniendo, aparecerán con la imagen de ella, correspondiendo á la misma ó á las mismas cuadrículas del lienzo; pero, si se la deja caer, aquellas fotografías podrán verificar, por los espacios recorridos, las leyes de la caída de los graves, y si la esferilla se halla suficientemente cerca del objetivo y el lienzo muy alejado, claro es que á movimientos muy pequeños de ella corresponderán caminos recorridos muy grandes sobre el lienzo, que podrán estimarse en las fotografías.

Y si en vez de esa esferilla se supone que en el campo de la máquina hay un sencillo aparato que automáticamente dispare, vertical ú oblícuamente, una esferilla tras otra, entonces en la película fotográfica y en la cuadrícula que en ella resulte podría seguirse, paso á paso, bien las dos trayectorías verticales que por el mismo camino recorriera cada proyectil, ó ya la parábola, más ó menos cerrada, que en el espacio describiera sujetas unas y otra á las leyes de todos conocidas.

Así sucederá todo, con estricta sujeción á esas leyes, si la máquina y el lienzo están fijos; pero, no en el momento en que un terremoto les haga oscilar, porque entonces, si bien seguirán las esferillas moviéndose en el espacio con arreglo á aquellas leyes, sus imágenes no las obedecerán en la película, que denotará irregularidades, cuya medida, fácil de obtener por la cuadrícula, es medida también del movimiento terrestre.

Si, con relación al lienzo, las esferillas en cuestión se hallan, como ya

se ha indicado, muy cerca del objetivo, á pequeños movimientos de este último y de aquel telón, claro es que corresponderán otros muy grandes de la proyección de las esferillas sobre la cuadrícula, de modo que la amplificación de los movimientos terrestres puede obtenerse fácil y seguramente.

Para darse cuenta de ello, basta pensar que se trata de los movimientos de las esferillas con relación al sistema que forman la cámara, el lienzo cuadriculado y el terreno, en que uno y otra están fijos; sistema que por su pequeñez, con relación á las ondas terrestres, puede suponerse que se mueve todo él paralelamente á sí mismo, durante los terremotos, en este ó el otro sentido, resultando en consecuencia lo mismo si, en vez de moverse el terreno, se supone que sean las esferillas las que oscilen, aunque en opuesta dirección que este último.

Los cambios de posición de las imágenes de las esferillas sobre la cuadrícula, subiendo ó bajando más ó menos rápidamente de lo que debieran, ó bien moviéndose hacia la derecha ó la izquierda, se acusarán desde luego perfectamente; pero, los que aquéllas efectúen, no ya moviéndose en un plano paralelo al del lienzo, sino normalmente á él: acercándose al objetivo ó alejándose de él, aunque desde luego podrían estimarse por la ampliación ó disminución que la imagen de las esferillas tuviera, apreciable en cada fotografía por el número de cuadrículas que en todo ó parte cubriera, no parece, sin embargo, que podrían medirse con gran facilidad y precisión.

Un sencillo cálculo demuestra, en efecto, la necesidad de disponer á 90° dos cámaras fotográficas, con sus correspondientes cuadrículas, para obtener todas las componentes del movimiento sísmico claramente representadas.

Como particularidad notable de esa disposición, debe observarse que las componentes del movimiento terrestre en sentido vertical, hoy tan mal medidas por los sismógrafos, serían las que mejor lo estuvieran con el nuevo instrumento que se propone, no sólo por aparecer á la vez en ambas películas, sino también porque debiendo combinarse la caída de las esferillas de modo tal que antes de concluirse la parábola de la una ya esté comenzando la de la siguiente, en cada película, sea el que quiera el sentido del movimiento vertical sísmico, resultará sumándose al de uno de los proyectiles y restándose del que tiene el otro.

En rigor, basta con uno de esos minúsculos é inofensivos proyectiles; mejor es que haya dos siempre en el campo de las cámaras, en las condiciones ya expuestas, y nada impide aumentar su número, mientras este aumento no introduzca confusiones en las fotografías, haciendo para evitarlas que en una misma película aparezcan, por ejemplo, un par de

trayectorias, horizontales en lo posible, cuyas imágenes resultarían muy deformadas por los movimientos verticales; otras dos verticales, las imágenes de las cuales tan bruscamente torcerían los movimientos horizontales y una ó dos parejas marcadamente parabólicas.

La importancia que tendría esta acumulación de datos sobre cada movimiento parcial sísmico, para el estudio preciso de los terremotos, es de sobra notoria y daría á las observaciones un peso y una precisión de que carecen las actuales, en que cada sismógrafo proporciona un solo valor para cada oscilación terrestre, cuya bondad no puede cotejarse ni mejorarse, en rigor, por su combinación con otras mediciones de la misma cantidad, hechas en idénticas condiciones.

El arrojar automáticamente y de acompasada manera esos proyectiles por el aire, no es empresa que por su dificultad pueda hacer sospechar que flaqueara la solución propuesta. Los problemas que al resolver tal asunto pueden presentarse, son de una balística que pudiera llamarse minúscula, en todos sentidos.

La construcción del arma, por así decir, que hubiera de emplearse, no presentaría grandes inconvenientes si se recurría al aire comprimido ó á la fuerza centrífuga, para dotar á los proyectiles de su necesaria velocidad inicial, y en obsequio á la brevedad suprimo un par de soluciones: una de ellas para utilizar aquella fuerza, y la otra para emplear el aire comprimido.

Desde luego, se ocurre que los disparos verticales no darían el resultado apetecido, ya que al caer un proyectil tropezaría con el que después de él se disparara, y á primera vista parece que debe renunciarse á obtener en las fotografías trayectorías que, siendo rectilíneas en épocas normales, en las de terremotos habían de acusar mejor, por sus deformaciones, los movimientos horizontales del terreno.

Pero, á poco que se reflexione, se cae en la cuenta de que es fácil empresa la de obtener esas troyectorías verticales y rectilíneas, toda vez que, por abierta que fuera la parábola descripta por un proyectil, sería suficiente que su plano fuera normal al de la placa fotográfica para obtener en esta última la deseada línea recta.

Y esta solución tiene una gran ventaja, porque al moverse el terreno, en sentido horizontal y perpendicular al plano de la parábola, aparecerían desdobladas en la fotografía las dos ramas de ella, que en una vertical se confundían cuando aquel movimiento no se realizaba.

La colocación de dos aparatos de disparar, con sus planos de tiro paralelos á una de las cuadrículas, á distancia distinta de la cámara y á la misma del plano vertical medio y cada uno á diferente lado de este último, produciría en la placa de aquella cámara dos parábolas, casi simé-

tricas y simétricamente engendradas, si se hacía que los disparos fueran simultáneos, y esas mismas parábolas producirían normalmente dos líneas rectas, bien separadas, en la otra cámara, establecida á 90° con la primera.

Otros dos aparatos, análogamente colocados en la segunda cámara, darían trayectorías parabólicas en ella y rectilíneas en la primera, y de esta suerte, en cada placa fotográfica, constarían dos trayectorías parabólicas casi simétrícas y dos rectas verticales, con las cuales no habría dudas posibles en el estudio de los movimientos terrestres.

Las trayectorías abtenidas fotográficamente, sino han experimentado deformaciones grandes, y más que importantes continuamente producidas, llevan en sí mismas elementos bastantes para la determinación del tiempo que, combinada con los espacios anormalmente recorridos que en las fotografías aparezcan, ha de contribuir al completo estudio del terremoto; pero, ante la contingencia de que el tiempo no resulte suficientemente medido por las trayectorías, parece que no está de sobra indicar algún medio de estimarlo, independiente de estas últimas.

La fotografía se presta admirablemente para conseguir ese fin, y son muchas las disposiciones que pudieran idearse para evaluar el tiempo empleado en cada exposición y la hora precisa en que se efectuó.

Con establecer la muestra de un buen reloj de medios segundos, de estado y movimiento conocidos, en el campo fotográfico de la cámara, cada fotografía llevaría en sí misma la hora, minuto y medios segundos en que se obtuvo, ya que en la aplicación de que se trata cada exposición durará oproximadamente desde poco menos de medio segundo á uno ó algo más, según sea la combinación de cámaras, cuadrículas y distancias aceptada.

La fotografía del horario y la del minutero, perfectamente definidas, en tan corto espacio de tiempo, darán inmediatamente la hora y el minuto. Las imágenes obtenidas de la aguja de los medios segundos fijarán más la hora y hasta permitirán apreciar el tiempo de exposición; pero con errores máximos, temibles, inaceptables.

En efecto, puede durar la exposición, por ejemplo, casi medio segundo, y dar la casualidad de que al comenzarla haya acabado de saltar la aguja de los medios segundos, y que ésta no vuelva á dar el siguiente salto hasta después de acabar la exposición, y aunque se recurriera al expediente de suponer que la posición de la aguja fotografiada correspondiera al instante medio de la exposición, el comienzo y fin de ésta resultaría afectado de un error, que podría valer muy cerca de un cuarto de segundo, y respecto de la duración todo cuanto se sabría, con certeza, es que no llegaba á valer medio segundo.

Se impone, por lo tanto, la necesidad de evaluar el tiempo con precisión mucho mayor.

Sin recurrir al empleo de diapasones eléctricos, ni á otras disposiciones análogas, que sobre las mismas placas ó sobre aparatos auxiliares fraccionaran convenientemente el medio segundo, la fotografía, que imprescindiblemente ha de usarse, puede proporcionar la apetecida precisión, si se recurre á alguna de las muchas variantes que cabe introducir en un nuevo sistema de cronógrafos fotográficos, del que daré ligerísima idea.

Consiste esencialmente el tal sistema en dos discos giratorios verticales, cuya imagen de frente se obtiene en la placa fotográfica; discos fuertemente iluminados por detrás y de los cuales, el anterior tiene una ó más aberturas y el posterior una ó varias líneas vaciadas ó puntos, que al girar, uno ó los dos discos, vengan á coincidir con aquellas aberturas, para impresionar periódica ó continuamente la placa fotográfica, en la que dejarán fraccionado el medio segundo todo cuanto haga falta.

Notorio es que para el conocimiento y estudio de lo anormal coviene prepararse con el estudio y conocimiento de cuanto á la normalidad, dentro del mismo asunto, se refiera, y en tal concepto, antes de emprender el examen de las trayectorías, fotográficas, deformadas por los terremotos, debe obtenerse una buena colección, fácil de conseguir, de trayectorías correspondientes á ángulos de tiro variables, cuando esos fenómenos sísmicos no existen.

De ese modo se obtendrá, con gran facilidad, una numerosa colección de fotografías normales de trayectorías, que en la mayor parte de los casos y sin necesidad de efectuar cálculos, simplificarán el estudio de las fotografías de los sismogramas, por el examen que simultáneamente se haga de ellos y de las trayectorías normales á que correspondan, yuxtaponiendo unas placas á otras.

El examen de las fotografías y las mediciones á que den lugar, se harán, sin grandes molestias ni dificultades, iluminando los clisés ó sus pruebas por transparencia y auxiliándose de un usual microscopio de tornillo micrométrico, dispuesto sobre un bastidor apropiado, que le permita moverse en dos sentidos normales, con objeto de apreciar las dimensiones de las ordenadas abscisas y tiempos, correspondientes á los puntos de las parábolas deformadas.

Además, no hay inconveniente en proyectar los clisés ó pruebas de ellos, amplificándolos cuanto se pueda, sobre un lienzo, en el que fácil será medir, aun con escalas usuales ó con cualquier otro aparato de medir longitudes, por poca precisión que tenga, las dimensiones lineales, en sentido horizontal y vertical, que necesarias sean. Claro es que en este

sistema de medir las ampliaciones no se podrán usar las negativas, si se obtuvieron sobre celuloide, por quemarse rápidamente esta substancia al calor del arco eléctrico utilizado, y que en tal caso se impone la necesidad de emplear pruebas obtenidas sobre cristal ú otra materia semejante.

La solución descripta tiene, aparte de otras muchas ventajas, una especial, de que carecen en absoluto todas las demás hasta ahora aceptadas para resolver el abstruso problema de representar los terremotos. Con ella, en efecto, si la impresión fotográfica se obtiene en una película fotográfica, es factible reproducir, por decirlo así, el fenómeno que desee estudiarse, sin más trabajo que utilizar aquella película en un cinematógrafo ordinario.

No debe olvidarse, al observar tales vistas cinematográficas, que los movimientos anormales de las esferas indican los que en sentido contrario tuvo el terreno; en realidad, por lo tanto, al desordenado movimiento de esos cuerpos, al subir por el aire ó al caer, habrá que ponerle con la imaginación el signo menos; pero, en cambio, es cierto que los efectos del terremoto aparecerán ante la vista cuantas veces se desee y con la misma velocidad que se produjeron ó con otras menores, hasta formarse cabal idea de sus más extrañas particularidades, y que la percepción del fenómeno será completa, como lo es, por ejemplo, la del movimiento relativo de dos trenes para el viajero que se halla en el que permanece inmóvil, y necesita fijarse mucho para no creer que es el suyo el que se mueve.

En teoría, este sismógrafo fotográfico parace ofrecer superioridad grande sobre los instrumentos hoy usados con igual fin: el emanciparse por completo de los movimientos pendulares; la multiplicidad de datos acerca de cada movimiento; la precisión con que el tiempo y los espacios recorridos pueden medirse; la fidelidad y profusión con que se reproducen los movimientos sísmicos verticales, actualmente tan mal registrados y conocidos; la sencillez con que cabe obtener copias de los sismogramas, y hasta la misma facilidad de reproducir ante la vista los efectos de los terremotos, son, en efecto, pruebas de esa superioridad; pero, por desgracia, los gastos del establecimiento de tales aparatos, y, más aún, el desembolso que exige su entretenimiento, hacen temer que se demore su instalación más de lo que fuere de desear.

Sobre todo, si ese sismógrafo hubiera de estar funcionando continuamente, en acecho del terremoto que pudiera presentarse, los gastos de las películas ó placas fotográficas serían ruinosos.

Sin hacer desaparecer en absoluto ese defecto de carestía, puede atenuarle el recurrir á un expediente análogo, en su esencia, al empleado

por el Sr. Agamennone en sus sismógrafos de dos velocidades, cuyas bandas marchan de ordinario relativamente despacio y adquieren, de un modo automático, gran velocidad en los primeros instantes de presentarse, un terremoto, por obra y gracia de un mecanismo electro-mecánico, cuya corriente cierra el juego de un sismoscopio, al ser agitado por las primeras ondas terrestres.

Con resignarse á perder las fotografías de los primeros instantes de un terremoto, todo quedaría reducido á que la corriente eléctrica, que un sismoscopio muy sensible cerrase, disparara, por así decir, con la simultaneidad de que la electricidad es capaz, la iluminación eléctrica de las cuadrículas y cronógrafos, el mecanismo de los aparatos de tiro y el de la cámara fotográfica; tareas todas ellas de sencilla realización, que reducirían los temibles gastos de entretenimiento á lo estrictamente necesario.

La tercera solución, que se propone, en vez de fundarse en la masa estacionaria, y de tratar, por lo tanto, de que un cuerpo permanezca inmóvil en el espacio cuando el terreno se mueva, se inspira, por lo contrario, en imprimir á una masa casi idénticos movimientos que las componentes del movimiento sísmico, para aprovechar su inercia en el registro de los terremotos.

Esa masa, que conviene sea muy grande, tal como la correspondiente á 1.000 ó más kilogramos, ya usada en otros sismógrafos, puede ser la de un péndulo vertical, horizontal ó invertido, y para fijar las ideas, se supondrá que consiste en un cubo, de cuatro caras verticales, destinado á registrar los movimientos en sentido del meridiano.

En tal caso, si se orientan dos de esas caras verticales en ese mismo sentido N-S, las otras dos, que resultan normales á esa dirección, en que ha de efectuarse el registro, deberán estar provistas de placas de carbón, eléctricamente aisladas de la masa del péndulo.

Contra cada una de esas placas de carbón se apoyará un trozo de esta misma substancia, invariablemente unido al terreno, y así, al agitarse este último, en sentido del meridiano, obligará á la masa á acompañarle en su movimiento, sin más variaciones que las producidas por los cambios de presión de esas piezas de carbón y por las inapreciables flexiones de los apoyos.

De todos modos, el hecho será que la agitación del terreno en sentido N. S. y S. N., se traducirá en cambios de presión entre cada placa de carbón y su pieza correspondiente de la misma substancia.

Para examinar los efectos de esos cambios de presión será suficiente observar lo que debe ocurrir en uno de esos dos pares de trozos de carbón, por ejemplo, en el situado en la cara S. de la masa, al moverse esta

última de N. á S. y viceversa, teniendo presente que en esa clase de movimientos oscilatorios, al invertirse su sentido en los extremos de la oscilación, las velocidades son nulas por tener que cambiar de signo.

La masa del sismógrafo que se estudia ha de acompañar al terreno en esas oscilaciones, salvo los pequeños desacuerdos consentidos por la elasticidad de los carbones y de los apoyos que la aprisionan, como ya se ha indicado, y tendrá, por lo tanto, velocidades nulas y aceleraciones positivas y negativas.

Si desde el punto de vista eléctrico, uno de esos carbones y la placa de la misma substancia, sobre la que se apoya, están aislados de la Tierra y forman parte de un circuito eléctrico, las aceleraciones del terreno se traducirán en cambio de presión, estos últimos en modificaciones de la resistencia eléctrica y los crecimientos y disminuciones de esta resistencia en decrecimientos y aumentos de la corriente que circule.

El movimiento sísmico queda ligado, por consecuencia, al de la intensidad de la corriente, y el registro de esta última será, en cierto modo, una representación de aquél.

La placa de la cara N. de la masa, con su correspondiente carbón de apoyo, suministraría de análogo modo, variaciones de corriente en otro circuito diferente; pero, la ventaja de obtener una doble medida con la disposición descripta, puede y debe abandonarse, por las que proporcionaría combinar las dos corrientes de los dos carbones S. y N , que felizmente, varían en sentido contrario.

Para ello sería suficiente establecer cada carbón en una derivación de la misma corriente y antes que se unan ambas derivaciones en un conductor común, para ir á buscar el otro polo de la batería de acumuladores, instalar en ellas un galvanómetro diferencial, que acuse las diferencias de las variaciones de ambas corrientes, convertidas en sumas por ser de signos contrarios, y de ese modo la duplicidad de las observaciones se habrá trocado por un considerable aumento de los efectos eléctricos, aparte de otras ventajas de compensación cuyo cálculo se omite.

El instrumento empleado para transformar las variaciones del sismógrafo, puede ser un galvanómetro diferencial, como ya se indicó; pero así como los observatorios magnéticos suelen convertirse, á pesar suyo, en estaciones sismológicas, cuando sus delicados aparatos experimentan los efectos de los terremotos, asimismo los sismógrafos descriptos, de galvanómetro diferencial correrían el peligro de señalar tempestades magnéticas, ó de indicar cambios normales de la declinación de la aguja imanada, que hicieran creer, al pronto, por lo menos, en imaginarios terremotos ó que perturbaran los trazados que les correspondian. Por tal

motivo, será preferible el empleo de galvanómetros astáticos, convenientemente acondicionados, y dicho se está que como poco se hubiera conseguido al huir de los movimientos pendulares en el sismógrafo, si se dejaba al espejo del galvanómetro con sus peculiares oscilaciones, habrá que elegir este instrumento entre los aperiódicos.

No es tarea imposible, ni siquiera difícil, sustituir el galvanómetro por otros aparatos, bien de los conocidos ó ya de otros que pudieran idearse, cuya finalidad se reduce á aprovechar las variaciones de dos corrientes en sentido contrario, para producir el movimiento de un espéjo en el cual se refleje el rayo luminoso que ha de fotografiarse.

Con agujas imanadas ó con carretes, estos últimos utilizados según el principio en que se informan los electrodinamómetros, se puede establecer combinaciones más ó menos nuevas; también sería fácil emplear electro-imanes é imanes artificiales, pero no del modo que usualmente se sigue, sino adoptando un principio radicalmente opuesto, que en gran número de mediciones eléctricas es susceptible de proporcionar excelentes resultados.

El registro óptico, desde el punto de vista de la precisión, es preferible; pero no es el único que pudiera emplearse en el sismógrafo explicado, al cual no es difícil aplicar otros, cuya descripción se suprime en obsequio á la brevedad.

Con el sismógrafo fotográfico podía *verse,* como ya se hizo notar, un terremoto; con este último sismógrafo eléctrico, podría *oirse,* sin más que hacer pasar su variable corriente por los auriculares de un teléfono; pero, desgraciadamete, si bien aquel primer sismógrafo permite reproducir la vista del fenómeno cuantas veces se desee, el último sólo consentiría oir el terremoto mientras se produjera, hasta que no se idee registrar, de eficaz modo, las vibraciones eléctricas ó las mecánicas de las placas de los fonógrafos, en cilindros ó placas fonográficas.

Ya que los sismogramas obtenidos acusan en rigor no más que las variaciones de intensidades de las corrientes, sería necesario conocer las relaciones que ligan esas variaciones con las experimentadas por las velocidades con que el terreno se mueve.

Esas relaciones no parece difícil obtenerlas por un procedimiento empírico, basado en el método de sustitución.

Para dar forma á ese método, habría que disponer los carbones del sismógrafo en un marco que, á voluntad, por medio de fuertes tornillos, pudiera quedar unido al terreno, de cuyos movimientos participaría para obtener los sismogramas, ó independiente de él, cuando se tratara de conseguir las referidas relaciones entre la agitación sísmica y la eléctrica.

Desprendido del terreno el marco que aprisiona la masa es tarea sencilla imprimirle, en uno y otro sentido, movimientos de diversas aceleraciones, cuyo registro eléctrico se conocerá.

Puede darse al marco movimientos uniformemente acelerados y retardados bien definidos, por medio de cualquiera de las varias combinaciones cinemáticas que fácilmente se imaginan y, partiendo de los valores conocidos *a priori*, de esas aceleraciones, observar las variaciones de intensidades eléctricas que les corresponden; pero, acaso sea más sencillo, y no menos preciso, imprimir á mano movimientos al marco, y registrarlos, haciendo que sea simultáneo el trazado cronográfico de esos diagramas y de los que se obtengan por efecto de las corrientes, con objeto de establecer cómodamente la necesaria relación.

Desde luego, en estas mediciones, el registro óptico, por su mayor precisión y por la facilidad con que se puede amplificar la escala de los trazados, sería preferible y toda vez que ya el sismógrafo había de contar con un aparato para el registro fotográfico, fácil sería acondicionarle para fotografiar simultáneamente, sobre la misma banda, las variaciones de las corrientes y los movimientos del marco que las habían originado, cuando se tratara de determinar las constantes del sismógrafo, sin que perjudicara en nada esta aplicación á la ordinaria, en que se impresionaría una banda más estrecha y animada de menor velocidad, para registrar sólo aquellas variaciones.

Pero esto, ni remotamente quiere decir que para determinar esas constantes hubieran de excluirse otros sistemas de registro, incluso los mecánicos, en los que importa poco, en este caso, el coeficiente de rozamiento y á los que cabe dotar de gran amplitud en el trazado, ya que no es indispensable dotar al marco de los movimientos de escasa amplitud que en los terremotos experimenta, toda vez que se trata sólo de producir aceleraciones de igual valor que en aquéllos.

Se funda el cuarto sistema de sismógrafos propuestos en que el movimiento de una masa dada queda perfectamente definido cuando se conocen las fuerzas que sobre ella actúan en dirección é intensidad.

Particularizando más la cuestión, si se trata de medir el movimiento de una masa conocida, que parte del reposo, en determinada dirección, bastará saber en cada instante cuáles son las componentes de las fuerzas en esa dirección, y si el movimiento sísmico se considera, como es costumbre, para su mejor estudio, dividido en sus tres componentes: N. S., E. W. y vertical, claro es que el problema general queda reducido al de averiguar cuál es el movimiento de una masa que oscila á uno y otro lado de su posición normal ó de reposo recorriendo una trayectoria rectilínea.

Lo primero que hace falta para idear un sismógrafo práctico, basado en el anterior principio, es proporcionarse una masa conocida, sujeta á la acción de una fuerza sola, si posible fuera, porque en tal caso las leyes del movimiento rectilíneo condensadas en la serie de igualdades

$$F = m\,j = m\,\frac{d\,v}{d\,t} = m\,\frac{d^2\,e}{d\,t^2}$$

permite conocer todas las particularidades del movimiento, ya que partiendo de m, F y t, coma datos, se obtienen inmediatamente las aceleraciones j, las velocidades v y los espacios recorridos e.

En los sismógrafos usuales, dada la pequeñez de los movimientos sísmicos, se consideran generalmente como rectilíneos los espacios recorridos cuando se trata de péndulos horizontales ó invertidos, que en rigor describen arcos de círculos y en todos ellos se desprecia por su pequeñez el movimiento de los apoyos; pero en ninguno puede dejar de tomarse en consideración los efectos de la gravedad, que originan los perturbadores movimientos pendulares de los instrumentos.

Sin embargo, esta acción molesta de la gravedad, que en Sismología viene á representar análogo papel, de enemigo constantemente perturbador, que las temperaturas en las observaciones de gran precisión, puede eliminarse, sin más que colocar vertical el eje de giro de un péndulo horizontal, ya que la masa, en vez de una sola posición de equilibrio estático ó de reposo, tiene todas las infinitas que puede adoptar en torno de su eje de giro, en un plano horizontal, del que jamás sale.

Y claro es que eso no excluye que pudieran emplearse, dentro del mismo principio, péndulos verticales ó invertidos, y hasta masas colocadas sobre planos horizontales, aliviadas ó no de peso por la acción magnética, cuyas resistencias de inercia se midiera; pero en unos casos la necesidad de tener en cuenta los efectos de la gravedad, y en otros el temor de aumentar los rozamientos, y aun de no poder emanciparse de esa fuerza, parece que aconsejan preferir el péndulo horizontal, ya citado, de equilibrio indiferente.

Resta estudiar las disposiciones que se pudieran emplear para determinar las expresiones de la fuerza $F = f\,(t)$, que actúe sobre la masa y camino por ella recorrido con relación al terreno, $e = \varphi\,(t)$, para deducir de la combinación del movimiento absoluto de la masa, dado por la primera de esas funciones, con el relativo de ella, deducido de la segunda, cuál es el absoluto del terreno, dentro de lo que esta última calificación puede suponer en la realidad, en la que de hecho no existe.

Teóricamente, los dinamómetros encargados de evaluar esa fuerza

podrán colocarse de modo que sobre ellos actúe cualquiera parte del sistema móvil de la masa ó de cualquier apéndice que puede ponérsele, á él rígidamente unido, y que, en esencia, por lo tanto, formará parte de él.

Para concretar algo más la cuestión, imagínese que sólo se trata de unir á los dinamómetros algún punto de la masa, propiamente tal ó de su tornapunta, prolongada esta última, si es preciso, á través de aquella y hasta por detrás de su punto de apoyo, al que puede rodear una fuerte pieza horizontal solidaria de la tornapunta.

A uno y otro lado de la masa y de la tornapunta prolongada supónganse instaladas dos fuertes barras, horizontales también y paralelas á la dirección del eje de la tornapunta, sólida é invariablemente unidas al terreno, que han de proporcionar asiento y apoyo á los dinamómetros.

Si estos instrumentos, destinados á medir los esfuerzos entre la tornapunta central y una ó las dos barras, se colocan cerca del punto de apoyo ó eje de giro, las fuerzas que habrán de medir serán relativamente grandes, mientras que si se establecen más allá, por ejemplo, de la masa, con relación al eje, serán casi insignificantes para las mismas aceleraciones del sistema. En cambio, notorio es que los caminos recorridos por los puntos en que se hallen aplicados los dinamómetros al eje de la masa, seguirán ley inversa.

Afortunadamente, por lo tanto, la clase de sismógrafos estudiada ofrece una gran elasticidad para elegir dinamómetros, siempre de pequeña potencia, pero de condiciones que pueden ser muy variables.

Por esto último, el número de dinamómetros que cabe idear y aplicar en este caso, es muy grande.

Entre ellos he ideado varios tipos: de resorte, de torsión, de aire comprimido y de líquidos, con cuya descripción no alargaré este discurso, ya extenso en demasía.

Esta misma razón de brevedad me obliga á indicar solamenle que la curva registrada marcará las distancias de la masa á los apoyos fijos en el terreno, y que mediciones previamente efectuadas harán conocer, por un método análogo al seguido en los sismógrafos del anterior sistema, las fuerzas que corresponden en los dinamómetros á cada una de aquellas posiciones relativas de la masa. Por el conocimiento de estas fuerzas en cada instante se sabrá cuál es el camino recorrido en una ú otra dirección por la masa, y por lo tanto, su situación respecto de la inicial ó de reposo; se conocerá también cuál es la posición de los apoyos, ó mejor dicho, del terreno, en el mismo instante, con relación á la masa, y claro es que la combinación de ambos movimientos indicará, paso á paso, el que aquel terreno experimentó á uno y otro lado de su posición normal.

La quinta solución tampoco persigue el mantenimiento de una masa

en reposo mientras dure el terremoto, sino todo lo contrario: utiliza diversas masas, con variables períodos propios, para que, al moverse por resonancia, proporcionen los elementos principales para el estudio de aquellos fenómenos.

Al idear esta solución, creí que era completamente nueva; después he sabido que en Italia se han realizado algunos estudios que, en su ausencia, se informan en el mismo principio que ella; pero decidí no suprimirla, porque, acaso equivocadamente, he juzgado de alguna importancia las disposiciones que, para darle carácter práctico, se describirán más adelante.

No es difícil empresa colocar á lo largo de una columna vertical, de fundición, de dos ó tres metros de alta, gran número de péndulos pequeños, horizontales, de registro óptico, análogos á los de Rebeur-Ehlert, sobre todo cuando las masas pendulares pueden ponerse á uno y otro lado de la columna, en un mismo plano vertical, para registrar una de las componentes, sin más precaución que la de establecer todos los espejos, unos del modo ordinario y otros en la prolongación, por detrás de la columna, de los brazos, próximamente horizontales, de los pédulos, de modo que no se superpongan los trazados fotográficos, para evitar confusiones entre los sismogramas de los diversos péndulos.

Si, por ejemplo, se establecen cinco de esos sismógrafos á cada lado de la columna de apoyo, podrán graduarse fácilmente, de modo que sus períodos propios varíen, de segundo en segundo, desde uno hasta diez.

Cuando la tierra comience á vibrar, por efecto de los terremotos, también iniciarán esos péndulos sus oscilaciones, de diez períodos distintos, y sin necesidad de recurrir al análisis, ni de emplear fórmula alguna, fácilmente se concibe que á los impulsos propios de esos instrumentos, unas veces se restarán total ó parcialmente los que reciban del suelo; y otras se sumarán, también parcial ó totalmente, produciendo en este último caso, cuando coincide el período vibratorio del terremoto con el oscilatorio del péndulo, una amplificación enorme de la oscilación de este último.

Con esos diez sismogramas, sin efectuar en ellos las difíciles mediciones de los períodos de las vibraciones terrestres, se tendrá á primera vista un cuantioso arsenal de datos acerca de los movimientos sísmicos, cuyos valores se contrastarán entre sí.

No sería fácil, en la práctica, graduar la situación de tantos espejos, establecidos en péndulos tan sensibles para que á un mismo tiempo entraran en la cámara fotográfica, de conveniente modo, los rayos reflejados por todos ellos; pero esa dificultad puede vencerse, sin gran esfuerzo, sólo con hacer que esos rayos no entren en la cámara, sino después

de haber experimentado cada uno nueva reflexión en un segundo espejo, fijo al terreno y provisto de los necesarios tornillos de corrección, que substituirían el laborioso arreglo de los espejos móviles por el sencillo de otros, sólida y convenientemente establecidos para su fácil orientación.

El mayor inconveniente que esta solución presentaría, en la práctica, es lo caro de su entretenimiento, por el gran coste que representan las anchas bandas de papel fotográfico, que habrían de necesitarse, y para acudir al remedio de esta falta creo preciso indicar algo acerca de los sistemas de registros usados y de las mejoras que en ellos convendría introducir.

El registro mecánico, menos preciso que los demás y susceptible de amplificaciones muy limitadas, es el preferido por su relativa baratura; pero no deja de constar ni de ser, sobre todo, muy molesto, por la necesidad de ahumar diariamente las bandas de los sismogramas, de fijarlas y de buscar en ellas, trabajosamente, las curvas producidas por los terremotos, aparte de lo poco que se presta á proporcionar buenas copias de los sismogramas y de consentir velocidades de registro generalmente muy pequeñas.

Todos estos últimos inconvenientes los tiene también el registro óptico, cuyas diferencias esenciales con el mecánico consisten solamente en ser más preciso y en consentir grandísimas amplificaciones, á expensas de ser mucho más caro, no sólo por el coste de la iluminación constante, sino también por el precio más elevado de los materiales fotográficos.

En los registros sismológicos, el bello ideal sería que el adoptado, por su propio modo de funcionar, no introdujera coeficientes de rozamiento, como los exigidos por el mecánico; que permitiera grandes amplificaciones, iguales ó superiores á las proporcionadas por el registro óptico, que diera por sí mismo una ó más copias de los sismogramas, en todas las cuales estuviera el tiempo muy subdividido y que resultara barato y poco molesto; cualidades estas últimas que podrían alcanzarse si en los sismogramas no apareciera señal alguna, mientras no existieran terremotos; porque de esta suerte, el gasto de bandas registradoras se reduciría á lo estrictamente indispensable, aparte de la facilidad con que se sabría cuándo se habían obtenido sismogramas.

Desde luego, la mayor dificultad estriba en que el aparato registre los tiempos y las posiciones de las masas de los sismógrafos solamente cuando haya terremotos.

Exige esta condición disponer de un aparato, que automáticamente se dispare al iniciarse los terremotos, mucho más sensible que los sismoscopios Agamennone, empleados por este eminente sismólogo para

disparar el registro á gran velocidad de su microsismometrógrafo, porque no ha de contarse, como en este instrumento se cuenta, con que vayan registrándose á pequeña velocidad los preliminares del terremoto hasta que estos movimientos sean de tal importancia que produzcan oscilaciones relativamente grandes de las masas del sismoscopio, y se perdería el registro de la primera parte de esos preliminares, si al comenzar el terremoto no se disparara el aparato de registro.

Esa disposición auxiliar, mucho más sensible que las conocidas, podría consistir en una masa pendular, que obrara sobre un aparato constituído por dos dinamómetros de aire ó cajas manométricas iguales, unidas por un tubo horizontal, provisto de un índice de mercurio ú otro líquido conductor de la electricidad.

Cuando el sismógrafo de que se trate sea, por ejemplo, para registrar la componente N. S., se dispondrá esa masa auxiliar en un péndulo horizontal N. S. también y contra sus caras N. y S. se apoyarán los estiletes que han de empujar ó distender las membranas de cada una de las cajas de los dinamómetros, colocados el uno al N. y el otro al S., sólidamente enlazados al terreno y unidos por su parte inferior, por un tubo estrecho, horizontal ó con más ó menos inclinaciones ó dobleces, en cuyo interior exista un índice.

Esa disposición simétrica tiene por objeto evitar la influencia de los cambios de temperatura en la posición del índice, que de esa suerte á un mismo tiempo está solicitado por fuerzas iguales y contrarias cuando se enfría ó calienta el aire de las cajas manométricas.

Cualquier movimiento de terreno, por pequeño que sea, si el aparato está bien estudiado, al comprimir ligeramente el aire de una caja y distender el de la otra, originará un rápido movimiento del índice líquido, que pudiera utilizarse para el registro óptico ó eléctrico de los terremotos, mediante otras disposiciones complementarias; pero que en el caso actual se aprovechará no más que para cerrar un circuito eléctrico, al unir pares de puntas de platino que penetren en el interior del tubo y se hayen á uno y otro lado de la posición normal del índice.

La sensibilidad de ese aparato há de ser muy grande, porque de una parte las dos membranas exigen escasísima fuerza para moverse, y de la otra basta una leve oscilación de ellas para que el índice recorra grandes espacios.

Un sencillo cálculo demuestra que para obtener una amplificación de 100, 1.000, 10.000... veces, bastará, en efecto, con que la relación de los radios de las cajas manométricas y del tubo que las une sea 7,07, 22,36, 70,7..., y si el del tubo valiera 0,5 mm., se obtendría para el radio de las membranas 3,5 mm., 11,18 mm., 35,35 mm..., números que indi-

can la posibilidad de llegar en la práctica á grandes amplificaciones, sin necesidad de adoptar exageradas dimensiones para las cajas monométricas.

A la amplificación de 10.000 corresponde un centímetro de movimiento del índice por cada micrón que la masa pendular oscile; así es que disponiendo á menos de un centímetro de los extremos del mercurio los pares de puntas de cierre de corriente de que se ha hablado, se tendrá la seguridad de disparar una corriente eléctrica al menor asomo de movimiento del terreno.

Y conseguido eso, que era lo más difícil, todo lo demás que en el actual caso se necesita se idea sin esfuerzo alguno.

El registro mecánico obtendría, sin duda alguna, gran beneficio al aprovechar el disparador ideado, que le permitiría no gastar más bandas que las estrictamente indispensables y no hacer que el sismólogo ande uno y otro día indagando pacientemente en ellas si hubo ó no terremotos.

Dentro de esta particular aplicación, se ocurre el expediente de dejar que la bandas ahumadas se muevan continuamente y que el disparador eléctrico deje pasar corrientes por electro-imanes, ó interrumpa, cortando otro circuito distinto, las que por ellos circularan, con objeto de que las plumas registradoras, habitualmente separadas de las bandas, se apoyen sobre ellas al comenzar un terremoto, bien dejándolas caer ó ya aproximando á ellas el cilindro registrador.

Preferible parece, para evitar las consecuencias del choque, que, por suave que fuera habían de producir esas disposiciones, hacer sencillamente que las plumas y las bandas se hallen en reposo, por mantener un fiador quieto el aparato de relojería y que la corriente disparara ese fiador, no existiendo inconveniente alguno en dejar que la pluma cronográfica obrase continuamente, trazando una y otra vez la misma señal, mieutras no hubiere terremoto, toda vez que el estado de sus inscripciones se deduciría fácilmente.

Y si se quiere dejar tranquila la pluma cronográfica, con hacer que la corriente del disparador cierre su circuito eléctrico, de ordinario interrumpido, todo queda arreglado.

Las aplicaciones de ese disparador sismológico al registro óptico son también sencillas.

En efecto; el cierre ó interrupción de corriente que ese instrumento auxiliar produzca, se puede emplear en abrir un roturador ó pantalla de la cámara fotográfica, y ya con ello se conseguiría saber de antemano, sin revelar el papel sensible, si había habido ó no terremoto y dismnuir el gasto considerablemente, por no consumirse más papel fotográfico que el puramente indispensable.

Aun habría mayor ahorro, haciendo el registro óptico casi de igual precio que el mecánico, sin quitarle su superioridad de mayor precisión, si el disparador cerrara el circuíto eléctrico de la luz que de este modo no consumiría en balde flúido eléctrico.

Los beneficios que uno de esos disparadores podría producir en una estación sismológica, por ahorro de luz eléctrica, de bandas ahumadas y fotográficas y de tiempo empleado en la manipulacion y examen de ellas, son tan evidentes é importantes, que no se cree necesario calcularlos, alargando aún más este trabajo.

Se presta tembién fácilmente ese disparador á servir de base para idear un sismógrafo de registro eléctrico, por medio del cual produzcan los movimientos del terreno considerables variaciones de flujo eléctrico; pero aparte de que su descripción, sin referirse á algunas figuras, sería difícil, no quiero, si aun es tiempo, que el arrepentimiento que actualmente deben de sentir cuantos me incitaban á presentar este discurso, se convierta en verdadera desesperación por haber tenido que soportarle.

FIN

TRANVÍAS ELÉCTRICOS

TRANVÍAS ELECTRICOS

POR

D. MARIANO RUBIÓ Y BELLVÉ

Teniente Coronel de Ingenieros

Ingeniero Jefe de la Sociedad anónima «El Tibidabo»

MADRID

IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»

—

1911

CAPÍTULO I

PRELIMINARES

Tranvías eléctricos.— Oficialmente se da el nombre de *tranvía* á la línea férrea establecida sobre vías públicas ordinarias (calles, carreteras), reservándose el nombre de *ferrocarril* para aquellas otras líneas férreas que se hallan establecidas sobre explanaciones cercadas, en las que no hay tránsito público de ninguna clase. Sin embargo, en el lenguaje corriente se da más importancia, para definir la naturaleza de una vía férrea, á la clase del material móvil y á la forma de explotación que al carácter de las explanaciones. De aquí que se llame usualmente *tranvía* al sistema de vía férrea en que la explotación se hace por medio de carruajes automotores aislados ó seguidos de uno ó dos carruajes de remolque. Estos coches se detienen en plena vía para tomar ó dejar viajeros, á diferencia de los ferrocarriles, que sólo se paran en estaciones ú otros puntos dispuesto al efecto.

Los tranvías, que en su principio eran todos de tracción animal, utilizan hoy, cuando menos en su inmensa mayoría, la tracción eléctrica, debido esto á las ventajas que posee este sistema sobre el primitivo, y aún sobre la tracción por vapor, particularmente en la aplicación de que tratamos.

El carácter de la explotación de los tranvías obliga á adoptar en ellos disposiciones sencillas, y que originen las menores molestias y peligros al tránsito ordinario. Las paradas han de ser rápidas y muy frecuentes; el cobro de los pasajes debe efectuarse en marcha; el ascenso y descenso de los viajeros debe ser cómodo en plena vía; la distribución de la electricidad debe efectuarse con el menor riesgo de accidentes. Todo ello hace que los tranvías eléctricos tengan una fisonomía especial, diferentes de los ferrocarriles eléctricos, siquiera ambos sistemas disfruten de las numerosas ventajas de la tracción eléctrica.

Ventajas de la tracción eléctrica.—Si la tracción eléctrica adquiere cada día importancia mayor y se multiplican cada día las líneas que utilizan esta forma de la energía para sus explotaciones, se debe á las condiciones ventajosas que á continuación se indican:

1.ª Potencia grande de los electromotores, con un volumen y peso relativamente pequeño. Así, en el truck de un carruaje eléctrico se alojan con mucha facilidad dos motores de á 25, 30, 45 ó más caballos cada uno, sin embarazar para nada el conjunto.

2.ª Parada rápida de los carruajes y sencilla puesta en marcha de los mismos, lo que permite la circulación por el interior de las poblaciones.

3.ª Ausencia de olores, vapores y otras causas de molestia para el vecindario.

4.ª Facilidad de obtener velocidades considerables, gracias á la ya citada potencia de los motores.

5.ª Adaptación á trazados con curvas de escaso radio.

6.ª Posibilidad de salvar rampas muy pronunciadas. Por ejemplo, en San Francisco de California hay una línea de tracción eléctrica con una pendiente que excede de 14,5 por 100.

7.ª Frecuencia de los viajes, pues los carruajes son automotores, de modo que no hay necesidad de agrupar varios, para constituir trenes, como es necesario en la tracción por vapor. Esto no obsta para que, por medio de la tracción eléctrica, puedan los carruajes llevar otros de remolque, de modo que la capacidad de los trenes puede fácilmente amoldarse á las necesidades del servicio.

8.ª Reunión de las principales instalaciones mecánicas en una estación central, donde se obtiene la energía eléctrica. Esta centralización de los servicios mecánicos simplifica la explotación y la hace más económica.

Idea general de los tranvías eléctricos.—Una línea ó red de tranvías eléctricos comprende los elementos siguientes:

Estación central.—En ella se engendra la energía eléctrica que sirve para dar movimiento á los carruajes. La energía eléctrica se produce por medio de dinamos, á los que impulsan máquinas de vapor, motores de gas ó motores hidráulicos.

Red de distribución.—Conjunto de alambres y cables aéreos ó subterráneos, por los que la corriente eléctrica, engendrada en la central, se envía á la línea ó líneas que deben ser alimentadas desde ella.

Vía férrea.—El conjunto de las dos barras carriles, de acero, con otros elementos, sobre las cuales marchan los carruajes.

Línea eléctrica de trabajo.—Alambre de cobre por medio del cual la corriente eléctrica, conducida por los cables de la red de distribución, se dirige á cada uno de los carruajes automotores que deben utilizar dicha corriente.

Material móvil.—Está constituído por los vehículos automotores y

los que, remolcados por los primeros, han de prestar con ellos el servicio encomendado á línea de tranvías de que se trate.

Línea de retorno.—La barra ó cable por medio del cual la corriente eléctrica, una vez que ha obrado sobre los motores de los carruajes, vuelve á la central para cerrar el circuito eléctrico. Generalmente, la línea de retorno está formada por los mismos carriles de la vía.

Representación gráfica de los elementos citados.—La figura 1, adjunta, explica perfectamente lo indicado en los párrafos anteriores. La corriente, engendrada en la *central,* sale del polo positivo (+) del generador ó dinamo *D.* Se dirige al *cuadro de distribución,* en el que hay un *interruptor á mano I,* para poder cortar la corriente cuando convenga. Pasa por un *amperímetro A,* que señala, en todos los momentos, la in-

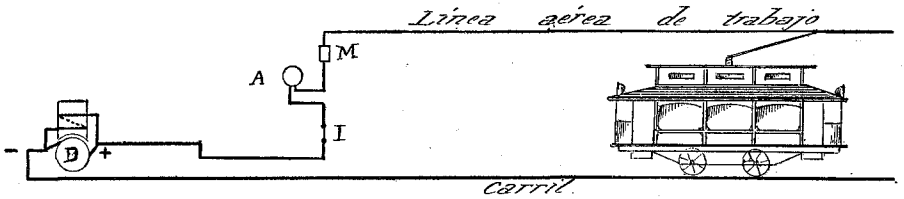


Fig. 1.—Representación gráfica de una instalación de tranvías eléctricos.

tensidad de la corriente absorbida. Atraviesa un *interruptor automático de máxima M* que, como dice su nombre, abre automáticamente el circuito cuando, por una causa cualquiera, dicha corriente alcanza una intensidad excesiva, que podría comprometer las máquinas y aparatos de la central. Recorre luego la corriente eléctrica uno de los cables de la *red de distribución,* y se encamina á la *línea eléctrica de trabajo,* desde la cual se dirige al carruaje automotor. Sale de éste, y por los carriles que constituyen la *línea de retorno,* vuelve, en la central, al polo negativo (—) de la dinamo.

La *tracción por acumuladores* no está comprendida en la representación gráfica que precede y que constituye el caso más general. En dicho sistema, el carruaje lleva en sí todos los medios que son necesarios para su movimiento, de modo que no se necesita red de distribución, línea de trabajo ni línea de retorno, pues la carga de los acumuladores se verifica en la misma central ó en subcentrales dispuestas al efecto.

Las ligerísimas explicaciones que preceden sólo sirven para que el lector tenga idea de las principales materias que abarca el estudio de los tranvías eléctricos, materias que se detallan en los capítulos siguientes.

CAPÍTULO II

LA VÍA FÉRREA

A. — Trazado.

Objeto de la vía férrea. — La vía férrea debe estar dispuesta para facilitar la marcha suave, y con la menor resistencia posible, de los vehículos á lo largo del trayecto que deben recorrer. El firme ordinario de las vías públicas puede utilizarse (y se utiliza en algunos casos especiales) para la circulación de los carruajes eléctricos. Pero la vía férrea tiene la ventaja de ser más sólida y unida, no presentar resaltos y oponer menor resistencia á la tracción; es decir, que el servicio puede prestarse con menor consumo de energía eléctrica, mayor comodidad para los viajeros y trabajo del material móvil en mejores condiciones. La facilidad de poder emplear los carriles como línea de retorno, evita la necesidad de establecer un cable independiente para este objeto.

Elemento de la vía férrea. — En la vía férrea de los tranvías eléctricos deben estudiarse los elementos y condiciones siguientes:

Trazado ó camino que recorre la línea. En él hay que examinar la *anchura* de la vía, su carácter de *simple vía* ó *doble vía;* los *desvíos* ó bifurcaciones de la línea; los *apartaderos* ó porciones de la vía simple en que ésta se convierte en doble, para permitir el paso de los carruajes que marchan en sentidos contrarios; los *cruzamientos* ó puntos en que la línea cruza á otra, que á veces pertenece á distinta Compañía. En el trazado hay que atender también al radio de las *curvas,* á las pendientes y á las *obras de fábrica* que puede exigir la vía.

Han de ser igualmente objeto de estudio los elementos que siguen:

Carriles ó rieles, por lo regular de acero, que forman la vía propiamente dicha.

Traviesas de madera ó hierro sobre que descansan las dos filas de carriles. En algunos tipos de carriles se suprimen las traviesas, quedando unidas las dos filas de carriles por *tirantes* de hierro.

Bridas para unir cada carril de una fila con su contiguo.

Uniones eléctricas, que tienen por objeto asegurar la continuidad de cada fila de carriles para el paso de la corriente eléctrica de retorno.

Trazado.—El trazado de los tranvías ha de amoldarse, como es consiguiente, á las necesidades que la línea debe satisfacer. Pasando por el interior de las poblaciones ó por lugares muy habitados, tiene que acomodarse á las calles ó vías ordinarias ya existentes, y aun en pleno campo le conviene sujetarse á los accidentes del terreno para evitar el empleo de túneles ú otras obras de fábrica, que, además de ser caras, desligan, por decirlo así, la vía del terreno cuando el tranvía ha de estar muy ligado á él para aumentar en lo posible el movimiento de pasajeros, á los cuales conviene que vaya á buscar á donde están, y no confiar, como sucede en los ferrocarriles, en que la necesidad les obligará á acudir á las estaciones. Los viajes en los tranvías son, por lo regular, muy cortos, y el viajero que haya de dar un rodeo para tomar el tranvía, preferirá muchas veces hacer por entero su trayecto á pie.

El trazado está caracterizado por el plano del *eje* ó línea media de la vía. Este eje ó línea media está formado por porciones *rectas* y *curvas* que reciben el nombre genérico de *alineaciones*. A no impedirlo causas muy justificadas, dos alineaciones curvas, sobre todo si éstas presentan sus curvaturas en sentido contrario, deben estar separadas por una alineación recta.

En general, el trazado de las líneas férreas se hacen tomando por base el eje de la vía, con lo cual, en vez de representar este trazado por dos líneas que indiquen las dos filas de carriles, solo se dibuja el citado eje. Sin embargo, en el interior de la poblaciones, y aun en todas las vías públicas, se hace muchas veces preciso representar la vía completa para estudiar la relación de la misma con las aceras y paseos, faroles, etcétera, y demostrar que la vía no causa perjuicio al tránsito público. Estos detalles del trazado deben formar parte de los proyectos reglamentarios.

Rasantes.—Son cada uno de los trozos de la línea en que la inclinación de ésta se mantiene uniforme. Las rasantes pueden ser *horizontales* ó inclinadas. Las rasantes inclinadas se llaman *rampas* cuando se consideran en el sentido ascendente y *pendientes* en el descendente.

La unión de dos rasantes diferentes formaría un ángulo que dificultaría el movimiento de los carruajes. Por este motivo se mata el ángulo de las dos rasantes por medio de una rasante curva que sirva de enlace á las dos que forman ángulo.

La representación gráfica de las rasantes de una línea forma el *perfil longitudinal* de la misma. La figura 2 da idea del perfil longitudinal

de un proyecto que, para abarcar el caso más complejo, suponemos que exige explanación propia. Las distancias horizontales están aproximadamente en la escala de 1 : 5000 y las verticales en la de 1 : 500. En la parte del perfil donde pone *Alineaciones*, se describen éstas por su orden. Por ejemplo, núm. 1, *R* (recta), *L* (longitud) 44,77 m.; núm. 2

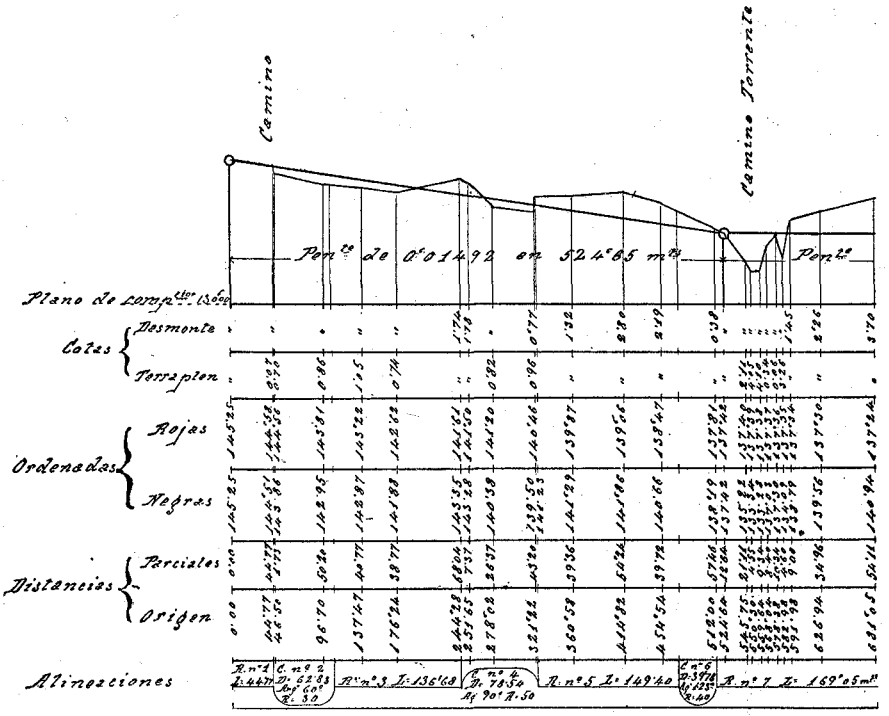


Fig. 2.—Perfil longitudinal de una línea.

C (curva), *A* (ángulo de las tangentes) 60°, *R* (radio), 30 m. y *D* (desarrollo), 62,83 m.; etc.

En el epígrafe *Distancias* se expresan las que existen entre cada perfil y el anterior *(distancias parciales)*, y al origen del trazado *(distancias al origen)*.

Ordenadas negras, son las alturas de los puntos del terreno sobre el nivel del mar ó sobre un plano de comparación, cuya altitud se elige convencionalmente.

Ordenadas rojas, son las alturas correspondientes á los puntos del trazado. La diferencia entre ambas ordenadas indica lo que el trazado está por encima del terreno natural *(cota terraplén)*, ó por debajo del mismo *(cota desmonte)*.

Las indicaciones del perfil longitudinal se completan expresando la *pendiente* de cada rasante (ó su carácter de *horizontal)*, y la longitud de cada rasante: Pendiente de 0,01492 m. (por metro) en una longitud de 524,65 m.

Pendiente máxima.—Las líneas de tranvías permiten pendientes más pronunciadas que los ferrocarriles. Mientras que las máximas pendientes de éstos no suelen pasar de 20 á 25 milímetros por metro (2 á 2,5 m.

Fig. 3.—Simple vía.

por 100), en los tranvías se llega á pendientes de 6, 8 y 10 por 100, y aun se rebasa esta cifra en los casos en que esto resulta inevitable.

En el capítulo III se trata de las pendientes máximas, accesibles á los tranvías, según puede deducirse de las condiciones especiales de este modo de tracción.

Simple vía y doble vía.—Se da el nombre de *simple vía* á la vía única que existe entre dos puntos del trazado (fig. 3), y el de *doble vía*

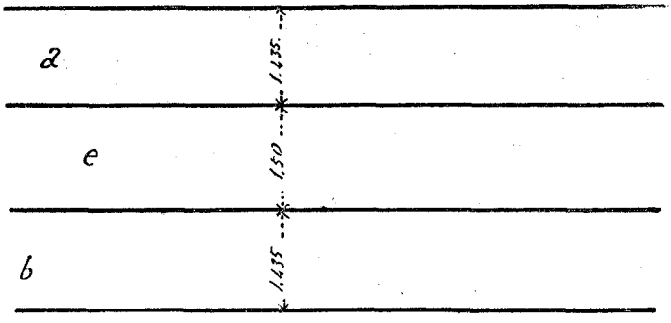


Fig. 4.—Doble vía.

cuando son dos las líneas, paralelas, que se establecen para permitir la marcha simultánea de los carruajes en sentido contrario (fig. 4).

En las vías férreas ordinarias, si el tráfico no es muy intenso, la explotación puede hacerse sin grandes dificultades, aun siendo la vía simple; pero en los tranvías, como quiera que el movimiento de los carruajes en ambos sentidos se realiza á intervalos muy pequeños, la doble vía se hace necesaria, por poco intenso que sea el servicio.

Cuando la doble vía no es posible, ó cuando la circulación de carrua-

jes no es muy grande, la doble vía se substituye por los *apartaderos*, de que se hablará más adelante.

Se llama *entrevía* á la faja que queda libre entre las dos líneas de una doble vía. La entrevía debe tener la anchura necesaria para que puedan circular los carruajes que marchan por una y otra vía, siendo conveniente que, además, quede el espacio justo para que una persona, que acaso pudiera quedar entre los dos coches, no pueda ser aplastada por ellos. La figura 4 representa una doble vía *(a* y *b)*, teniendo la *entrevía e* una anchura de 1,50 metros.

Anchura de la vía.—Puede decirse que hay dos tipos de vía, por lo que se refiere á la anchura. La *vía ancha*, que tiene 1,435 metros y la *vía estrecha*, que tiene un metro.

La anchura de 1,435 metros es la normal de los ferrocarriles europeos, salvo Rusia y España. La anchura de las vías férreas españolas es de 1,672 metros.

En Francia, á pesar de que la anchura de las vías férreas es de 1,435 metros, se da á las líneas de tranvía la anchura de 1,44 metros. Esta ligera diferencia no impide que el material de unas líneas penetre en las otras.

En Bélgica, la extensa red de los ferrocarriles vecinales es de 1,00 ó de 1,067 metros.

En Inglaterra, la vía estrecha es de 3 pies y 6 pulgadas (1,067 metros). La vía normal de 4 pies y 8 $^1/_2$ pulgadas (1,435 metros).

La vía de un metro es más económica que la de 1,435; pero, en cambio, ésta permite el empleo de carruajes más amplios y cómodos para el viajero. La explotación de las líneas estrechas se verifica en mejores condiciones que la de las vías anchas, notándose, sobre todo, la diferencia en las alineaciones curvas, como se indicará oportunamente.

El ancho de la vía se mide entre las cabezas de los dos carriles. Para comprobarla, no sólo al construir la vía, sino también mientras se explota, se emplea la *galga* ó *aguja de comprobar*, barra ligera de hierro, recta ó encorvada, en cuyos extremos hay dos codillos á escuadra, que se deben apoyar exactamente sobre las cabezas de los carriles de ambos lados de la vía.

En las alineaciones curvas, el ancho de la vía es algo mayor que el normal, como se indica en el lugar oportuno.

Curvas.—Las curvas del trazado son arcos de círculo de mayor ó menor radio. El radio mínimo de las curvas es más pequeño en las líneas de tranvía que en los ferrocarriles. Particularmente, en el interior de las poblaciones, se presentan casos en los que hay que adoptar curvas de radio pequeñísimo para doblar alguna calle. Suele considerarse que el

mínimo normal del radio de las curvas es 12 veces la separación de los ejes de los carruajes; pero, como hemos dicho, en el interior de las poblaciones son tales las exigencias del trazado, que no hay más remedio que descender por debajo de este tipo, llegando á radios de 16 metros y aun menores.

Dos alineaciones curvas de sentido contrario, que se llaman *curva* y *contracurva*, deben estar separadas por una alineación recta, cuya longitud sea mayor que la separación de los ejes de los carruajes que deben circular por la vía. Si no es así, los ejes de dichos carruajes padecen mucho, y pueden llegar á romperse por los esfuerzos de flexión á que se hallan sujetos.

A pesar de los inconvenientes de las curvas y contracurvas unidas, hay casos, en el interior de las poblaciones, en los que, no habiendo espacio para intercalar una alineación recta, hay que aceptar aquel defecto del trazado.

Caracteriza á una curva, además del radio, el ángulo de las tangentes en el punto de enlace con las alineaciones próximas. La curva de la figura 5 tiene el ángulo *a* de sus tangentes igual á 140°. Cuanto más peque-

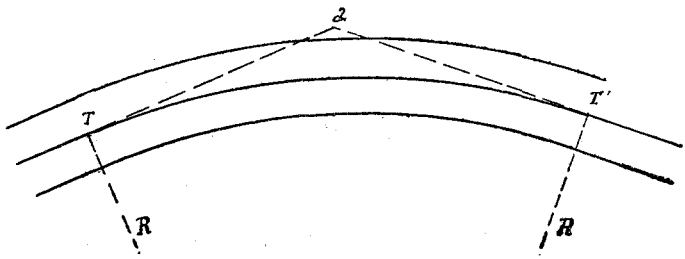


Fig. 5.—Alineación curva.

ño es dicho ángulo, más *cerrada* es la curva, y más *abierta* en el caso contrario.

Modificación de la vía en las curvas.—El movimiento de los carruajes no se verifica en las alineaciones curvas de un modo exactamente igual que en las rectas. La velocidad del vehículo se manifiesta en cada momento siguiendo la dirección de la tangente ó la curva, por lo cual tiene tendencia constante á salir de la vía en las referidas alineaciones curvas. Se contrarresta esta tendencia haciendo que el carril exterior quede algo más elevado que el carril interior; y esta mayor elevación debe ser tanto más grande cuanto más pequeño sea el radio de la curva y mayor la velocidad que hayan de llevar los carruajes.

Cuando se emplean los carriles Vignole, las reglas que se siguen son

análogas á las que son de uso corriente en los ferrocarriles, aunque con las diferencias debidas á la menor velocidad de los tranvías; pero si se trata de carriles de garganta, en que el carruaje queda como aprisionado, no se suele dar sino muy poca mayor elevación al carril exterior, sobre todo en el interior de las poblaciones, en las que son pequeñas las velocidades de los carruajes. Lo que se hace es poner en las curvas de pequeño radio carriles especiales, cuyo nervio está más separado de la cabeza del carril, y queda algo más elevado que esta cabeza, con lo cual se opone la tendencia del carruaje á salir de la vía.

La mayor elevación del carril exterior se calcula por medio de la fórmula

$$e = \frac{a\ V^2}{g\ R}$$

en la que

a = ancho de la vía.
e = sobre elevación del carril exterior, en metros.
V = velocidad del coche en metros por segundo.
R = radio de la curva, en metros.
g = 9,8 (aceleración debida á la gravedad).

Así, la mayor elevación del carril exterior es proporcional al ancho de la vía y al cuadrado de la velocidad, é inversamente proporcional al radio de la curva.

Ejemplo: Supongamos

a = 1,435.
V = 3,3 metros (12 km. por hora).
R = 30 metros.

$$e = \frac{1{,}435 \times 10{,}89}{9{,}8 \times 30} = \frac{15{,}62}{294} = 0{,}053 \text{ metros.}$$

En las curvas, siendo invariable la posición relativa de los ejes de los carruajes, no se amoldan las ruedas á la vía. Para ello sería preciso que en cada momento los ejes del vehículo quedasen en dirección de los radios de la curva, lo cual no puede suceder, puesto que estos ejes son invariablemente paralelos, salvo, por lo regular, un pequeño juego que tienen. Fácilmente se demuestra que las ruedas no pueden quedar encerradas dentro de los carriles, y este efecto es tanto más grande

cuanto mayores son el ancho de la vía y la separación de los ejes de los vehículos.

Para evitar este inconveniente se da mayor anchura á la vía en las alineaciones curvas, cuando se emplea carril Vignole. Cuando el carril es de garganta, de nada serviría dar mayor ancho á la vía en las curvas, pues entonces las pestañas de las ruedas producirían un gran esfuerzo de rozamiento sobre el nervio de dichos carriles. Lo que se hace es emplear en las curvas carriles que tengan mayor anchura de canal ó garganta, con lo cual y con dar al nervio, en dichos carriles, mayor altura que á la cabeza, según ya hemos explicado, quedan salvados, en cuanto es posible, los inconvenientes de las alineaciones curvas.

El aumento de anchura en las curvas, siendo el carril Vignole, se calcula por la fórmula

$$i = \frac{1}{R}(2\,rp + s\sqrt{2\,rp}),$$

en la que

i = incremento de la anchura.
R = radio de la curva.
r = radio medio de la llanta de la rueda.
p = altura de la pestaña de la rueda.
s = separación de los ejes del coche.

Ejemplo: Sea

R = 30 metros.
r = 0,45 ídem.
p = 0,025 ídem.
s = 2,00 ídem.

$$i = \frac{1}{30}\left(2 \times 0{,}45 + 2\sqrt{2 \times 0{,}45 \times 0{,}025}\right) = 0{,}04 \text{ metros.}$$

Tales aumentos de anchura exigen que la vía tenga contracarriles, de lo contrario son frecuentes los descarrilamientos.

Tanto el aumento de anchura como la mayor elevación del carril exterior se han de ir ganando en la recta, de manera que al llegar el coche á la tangente de la curva tenga la vía las condiciones propias de ésta.

Como, siendo los carruajes muy largos, la separación de los ejes extremos es mucha, resultaría muy difícil que este género de carruajes se amoldara á las curvas de pequeño radio de los tranvías. En este caso, los carruajes suelen ser de ocho ruedas. Cada cuatro de ellas forman un conjunto invariable; pero con los ejes muy próximos entre sí é independien-

tes del otro grupo de ruedas. Este sistema de carruajes se presta muy bien á circular por las líneas en que hay muchas alineaciones curvas de pequeño radio.

En las líneas de montaña, en las que son muy grandes las pendientes, resulta todavía más difícil que los carruajes se amolden á las curvas, pues, por la rigidez misma del truck, las cuatro ruedas que naturalmente tienen sus cuatro puntos de apoyo en un plano, difícilmente se apoyan simultáneamente en cuatro puntos que, en el caso de que tratamos, no están en un mismo plano. Por este motivo, cuando se reunen en un trazado grandes pendientes y curvas de pequeño radio, hay que extremar los cuidados para evitar que los carruajes salgan de la vía, acudiendo al uso de contracarriles en el caso de emplearse la vía Vignole, ó de carriles de curva muy reforzados si se trata de vías con carriles de garganta.

Trazado de las curvas sobre el terreno.— Para trazar las curvas sobre el terreno, lo mismo que para calcular sus diversos elementos al formular el proyecto, se usan tablas, en las que para cada ángulo de dos alineaciones contiguas y dado el radio de la curva se pueden deducir las demás dimensiones que interesan. Por ejemplo, en la figura 6, *b a c* es el ángulo de las alineaciones, y supuesto el radio *d e*, las tablas dan calculado el valor de la tangente *b a* y el de la secante *a e*. Restando de *a e* el valor del radio, se tiene la distancia *a d*, y por lo tanto, el punto *d* de la curva, situado en la bisectriz del ángulo de las alineaciones. Para hallar otros puntos intermedios se procede del mismo modo: considerando el ángulo de las dos alineaciones *b g d*, se calcula por el medio ya indicado el punto *m* situado en la bisectriz del ángulo *b g d*, y así sucesivamente.

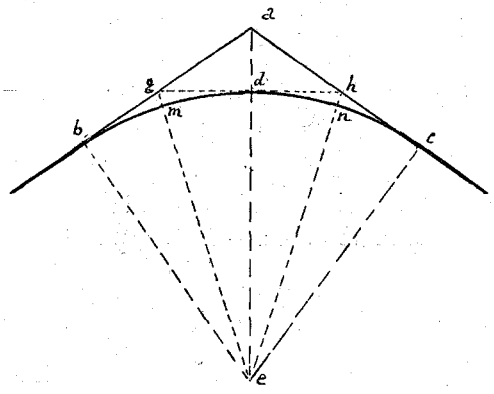


Fig. 6.—Trazado de las curvas.

Las tablas dan los valores de las tangentes, secantes y demás líneas trigonométricas para el radio *1*. Multiplicando las cifras de las tablas por la longitud del radio, se tiene el valor exacto de dichas líneas trigonométricas (1).

(1) Véase Jules Sangneis: *Tables trigonometriques pour le tracé des le chemins de fer*.

Igualmente existen otras tablas, muy completas, del ingeniero español señor Coderch.

B.—Carriles.

Definición.—Son largas barras de acero, de 8, 10, 12 ó más metros de longitud, dispuestas para que sobre ellas marchen las ruedas de los vehículos.

Es muy conveniente que las barras citadas ó *rieles* sean lo más largas posible, pues esto disminuye el número de empalmes, resultando la vía más continua. Los pequeños resaltos entre carril y carril perjudican el material móvil, por la fuerte sacudida que determina en todos sus órganos.

Los carriles suelen fabricarse de acero Bessemer básico.

Existen varios tipos de carriles. Unos que no presentan al exterior más que una *cabeza* ó superficie redondeada sobre la que se apoyan las ruedas de los carruajes (carril Vignole); otros que tienen una canal ó garganta que sirve de guía á las pestañas de las ruedas de los vehículos (carriles Broca, Fénix, etc.).

Hay, además, otros tipos de carril, de que se da idea más adelante.

Zapata del carril es su base ó parte que descansa sobre las traviesas. *Alma* la porción vertical que hay entre la cabeza y la zapata.

Carril Vignole.—Está empleado universalmente en los ferrocarriles por sus excelentes condiciones para la tracción y su economía, comparado con otros sistemas. Es el tipo de carril que desde luego se adopta cuando alguna circunstancia especial no lo impide. En general, las ordenanzas municipales prohiben su empleo en el interior de las poblaciones, á causa de que, sobresaliendo del firme ó empedrado de las calles, dificultaría el paso de los carruajes ordinarios á través de la vía. El carril Vignole goza de mucho favor en algunos países, singularmente en América, aun en vías abiertas al tránsito público. Si las vías están cercadas, su empleo está siempre recomendado.

Para los tranvías eléctricos, el tipo de carril Vignole que generalmente se acepta tiene un peso por metro lineal de 20 kilogramos. En las líneas muy ligeras puede disminuirse el peso del carril y aumentarse en los casos en que hayan de circular por la línea trenes eléctricos muy pesados ó dotados de velocidad mayor que la máxima ordinaria (20 kilómetros). También conviene aumentar el peso del carril cuando hayan de desarrollarse esfuerzos de tracción considerables (línea con fuertes rampas ó curvas de pequeño radio).

Hé aquí las dimensiones principales de algunos tipos de carril de lujo corriente (fig. 7).

Número del perfil.....	Dimensiones en milímetros.				Kilogramos.
	a	b	c	d	
1	82	64	38	9	15
2	90	74	42	10	18,50
3	100	85	45	8	20
4	89	83	47	9,5	20
5	98	90	48	11	22,5
6	100	94	50	10	23,5
7	90	84	47	12	23
8	101,5	89	51	11	25
9	104	98	54	12	26
10	120	95	50	12	27,5

La figura 8 representa el perfil detallado del carril Vignole, 23,5 kilogramos por metro lineal, con la sección de las bridas correspondientes

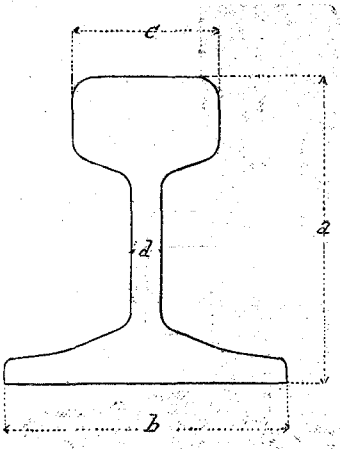


Fig. 7.
Esquema del carril Vignole.

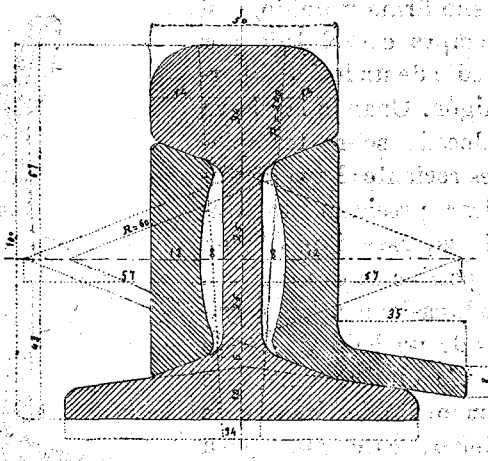


Fig. 8.
Carril Vignole con sus bridas.

El momento de inercia de la sección de este carril es 390, referido al centímetro.

Carriles de canal.—En el interior de las poblaciones se exige que los carriles de los tranvías no formen resaltos sobre el empedrado ó afirmado, y esto se consigue por medio de los carriles de garganta, que vienen á ser como un carril Vignole, á corta distancia de cuya cabeza hay un nervio á modo de contracarril. Entre este nervio y la cabeza del carril queda una garganta ó canal por la que corren las pestañas de las ruedas. Estos carriles se denominan generalmente con los nombres de *carril Fénix, carril Broca* y otros, según el nombre de sus inventores ó fabricantes.

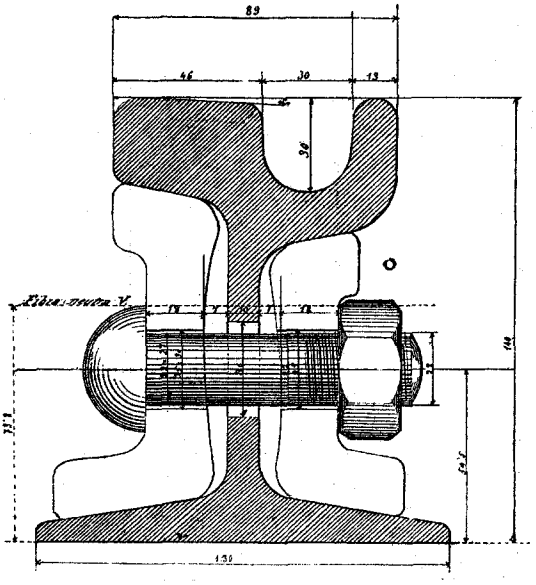


Fig. 9.—Carril de canal. Tipo corriente.

La vía constituída con carriles de esta clase se apoya, sin intermedio de traviesas, sobre el terreno firme y unido, casi siempre consolidado por medio de un lecho de hormigón. Cuando la vía va colocada sobre terraplenes recientes hay que emplear precisamente traviesas, para impedir en lo posible la desigualdad de los asientos. Los carriles de un lado y otro de la vía quedan enlazados por medio de tirantes de hierro, que mantienen constante el ancho de la vía; asunto del mayor interés, particularmente en las curvas cerradas de pequeño radio, en las que

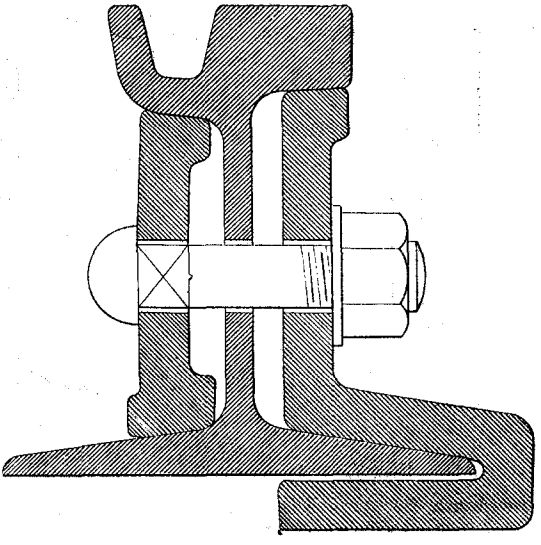


Fig. 10.—Carril de canal. Tipo de brida reforzado.

el esfuerzo del carruaje modifica la posición de la vía, que tiende á colocarse en línea recta.

Es muy frecuente, en el casco de las grandes poblaciones, adoquinar todo el ancho de la vía. Fuera de ellas, suele ponerse una cinta de adoquines á todo lo largo de los carriles y á un lado y otro de los mismos.

La figura 9 representa un carril de garganta, tipo Fénix, fabricado por las *Acièries d'Angleur*. Pesa 38 kilogramos por metro lineal. Las figuras 10, 11 y 12 son perfiles de carril, variantes del mismo tipo.

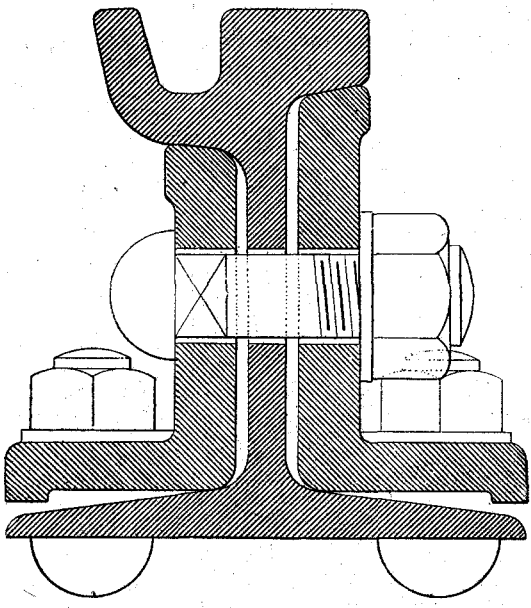


Fig. 11.—Carril de canal. Tipo de bridas de escuadra.

Por lo regular, la profundidad de la canal ó garganta es de 25 á 30 milímetros y la anchura de la misma de unos 30 milímetros.

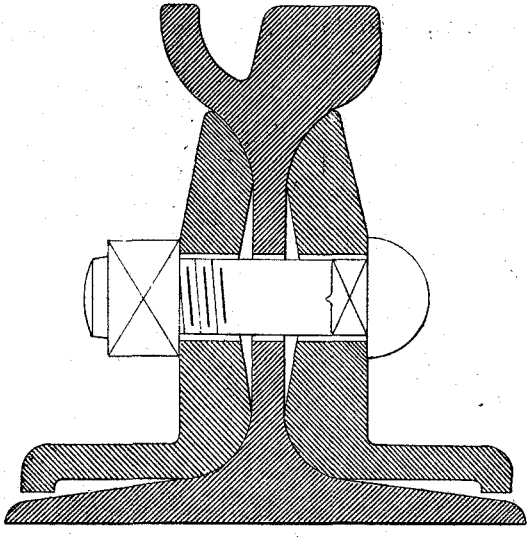


Fig. 12.—Carril de canal. Tipo de canal triangular.

Los carriles de canal tienen el inconveniente de que aprisionan las pestañas de las ruedas, de modo que en las curvas es muy grande el desgaste que sufren estas pestañas, así como los mismos carriles. Para evitarlo en parte, en las curvas se colocan carriles que, aun siendo del mismo tipo que los de las alineaciones rectas, tienen la canal ó garganta más ancha y más reforzado el nervio. Además, para impedir que las pestañas salgan de la canal y descarrile el coche, el nervio del carril es más alto que la cabeza de la

rueda. El ancho de la garganta, en los carriles de curvas, es por lo menos de 35 milímetros.

De todos modos, el desgaste del nervio, en los carriles de la clase de que tratamos, inutiliza el carril entero. Para evitarlo, algunas compañías han adoptado un tipo de carril de garganta que tiene el nervio formando una barra aparte, sólidamente unida al carril propiamente dicho, pero que se puede cambiar cuando conviene (fig. 13).

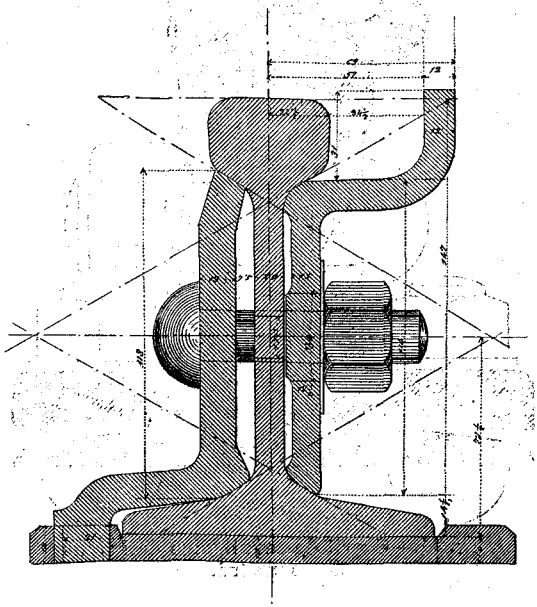


Fig. 13.—Carril desmontable.

Carriles dobles.—Algunas vías están constituídas por carriles dobles. Desde luego, en el caso de emplearse carriles Vignole, en el carril interior de las curvas se pone un contracarril para dificultar los descarrilamientos. Pero, en el caso de los carriles dobles, es continuo el empleo de ambos carriles, entre los cuales queda una canal, como en los carriles de garganta, siquiera sea más profunda cuando se emplean carriles dobles.

Carriles americanos.—En algunos puntos de América hay instaladas vías de tranvía cuyos carriles no poseen una canal para el paso de la pestaña, sino un apéndice plano, por el cual pueden rodar las llantas de las ruedas de los carruajes ordinarios que marchan por la calle ó carretera ocupada por el tranvía. Esto es una ventaja para la tracción ordinaria; pero no ofrece utilidad alguna al tranvía. Además, los carruajes ordinarios, que en tales casos pueden marchar perfectamente

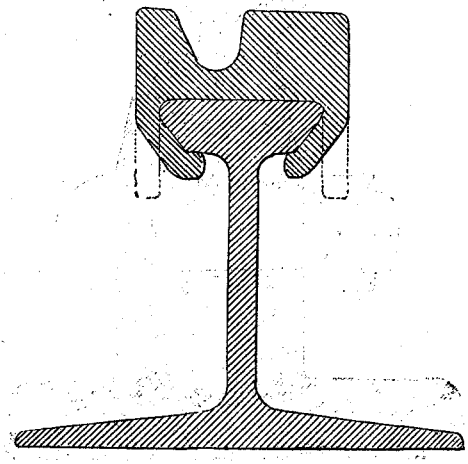


Fig. 14.—Carril de Rompac.

sobre la vía, han de salvar un escalón de unos 30 milímetros cuando quieren salir de ella, lo cual no deja de ser un inconveniente.

Carril Rompac.—Con objeto de hacer más económica la conservación de las líneas de tranvías, se ha ideado este sistema de carriles (figura 14), que se componen de dos partes, una base fija, que se establece en la forma ordinaria, y una cabeza adherida á la primera de modo que pueda cambiarse cuando se haya desgastado por efecto del servicio. En el sistema, lo complicado es realizar esta renovación, para lo cual se han ideado máquinas montadas sobre plataformas que circulan sobre la misma vía. Las máquinas son dos: la primera corta las alas que sujetan la cabeza del carril á la base fija y arranca dicha cabeza. La segunda coloca la nueva cabeza y dobla las referidas alas con el fin de que queden sujetas á la base. La primera aplicación de este sistema parece que se ha hecho ó ha de hacer en Leeds por la *Rompac Tramway Construction C.º*

Carriles diversos.—Como se comprende, la inventiva de los industriales se ha prodigado en crear muchos tipos de carriles, conocidos con nombres diferentes; pero hay que advertir que muchos de ellos son ligeras variantes de los tipos principales y otros no han logrado el favor de las empresas, sino en casos muy concretos, de modo que, en general, carecen de interés práctico.

Bridas.—Son las piezas, de acero como los carriles, que sirve para unir entre sí los que componen cada fila de ellos á un lado y otro de la vía.

La *junta* entre dos carriles consecutivos es un punto débil de la vía y conviene reforzarlo para que, en cuanto sea posible, su resistencia se asemeje á la del carril supuesto continuo. La debilidad de la junta hace que, al pasar sobre ella las ruedas de los carruajes ceda algo, lo cual, unido al resalto que hallan las mismas ruedas en dicho punto, determina una fuerte sacudida en el coche, y esta causa, repetida indefinidamente sobre toda la vía, es una de las que contribuyen al deterioro del material móvil. Se ha comprobado que, es tanta la fuerza viva de los carruajes en estos choques que se producen en las juntas de los carriles, que las flechas de los puentes metálicos se observan muy acrecentadas cada vez que se producen uno de ellos.

Para evitar tales inconvenientes, la solución más perfecta es soldar entre sí los carriles, de modo que formen un carril continuo. Este sistema, de que trataremos luego, resulta caro; así es que, de ordinario, se atenúan los defectos indicados acudiendo solamente al empleo de bridas muy sólidas y bien estudiadas.

También mejora las condiciones de la junta la reducción de su anchura ó distancia que se deja entre las testas de dos carriles consecutivos. Se creía que esta distancia no se podía reducir mucho para no impedir

la libre dilatación de los carriles en las épocas de calor; pero hoy se ha abandonado esta opinión, demostrado como está que el carril único se

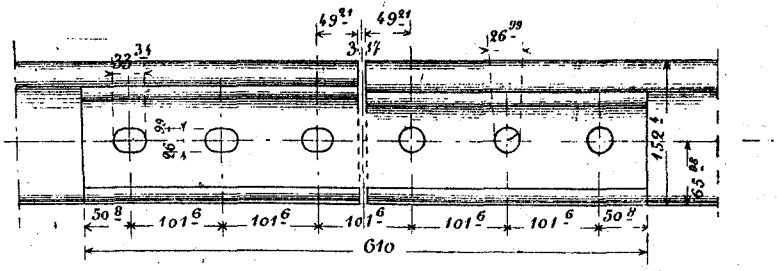


Fig. 15.=Brida. Vista lateral.

comporta perfectamente, sin que le afecten las dilataciones y contracciones debidas á los cambios de temperatura.

Las bridas van sujetas por medio de pernos á un lado y otro del alma del carril. Por lo regular, sus superficies están dispuestas de modo que la brida quede como acuñada entre la cabeza y la zapata del carril. Como la vía está sometida á esfuerzos de flexión debidos á la tendencia del carruaje á abrirla, la brida que queda á la parte exterior tiene á veces más resistencia que la interior y por su forma se opone algo á dichos esfuerzos de flexión. En las figuras 7 á 14 se observan diferentes tipos de bridas, alguno de ellos muy sólido. A pesar de esta solidez, á veces es necesario acudir á medios más enérgicos para consolidar la unión ó empalme de los carriles, según veremos al tratar de la construcción de la vía.

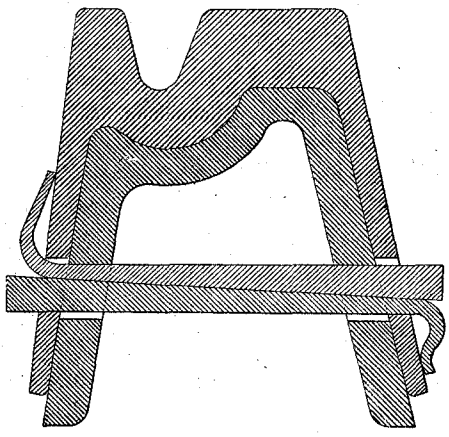


Fig. 16.—Carril brida.

Las bridas (fig. 15) tienen cuatro agujeros, dos de ellos circulares, de unos 22 milímetros de diámetro, y dos ovalados, de 22 por 27 milímetros. Estos agujeros se corresponden con otros cuatro agujeros, todos circulares, del carril. La holgura de cinco milímetros que tienen los dos agujeros de un lado de la brida, es para permitir alguna tolerancia en la junta de los carriles. De no existir aquella holgura y ser circulares y del mismo diámetro los agujeros de las bridas y los carriles, el ajuste habría de ser perfecto para permitir el paso de los pernos.

La figura 16 representa un tipo de carril en el cual se ha pretendido resolver eficazmente el problema de las bridas. En efecto, dicho carril está formado de dos partes superpuestas, de modo que las juntas de las barras que componen la fila superior caigan en medio de las barras de la fila inferior. Así, cada parte viene á ser como una larga brida de la otra. La solución es ingeniosa, siquiera complique algo las reparaciones y eleve bastante el precio de la vía.

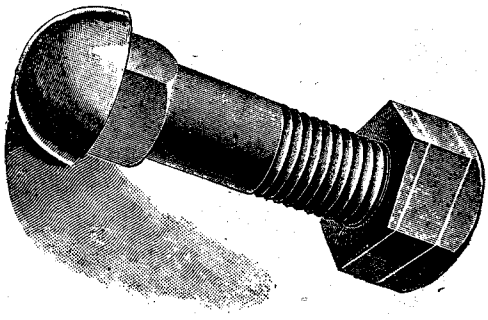


Fig. 17.—Perno.

PERNOS.—Sirven para sujetar las bridas y los carriles, de modo que cada perno atraviesa la brida interior y exterior y el alma del carril que queda entre las dos.

Una de las cabezas del perno es de forma cuadrada, exagonal ú ochavada. También suele adoptarse la forma de gota de sebo. La otra está roscada, para recibir la tuerca (fig. 17).

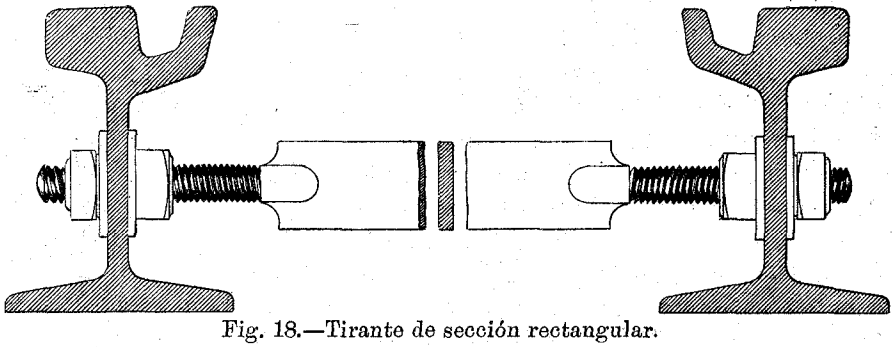


Fig. 18.—Tirante de sección rectangular.

TIRANTES.—Ya se ha indicado que los carriles de garganta se colocan de modo que los de una y otra fila están exclusivamente enlazados por medio detirantes de hierro. Estos tirantes sirven para contrarrestar la acción de los carruajes, que tienden á abrir la vía, particularmente en las curvas.

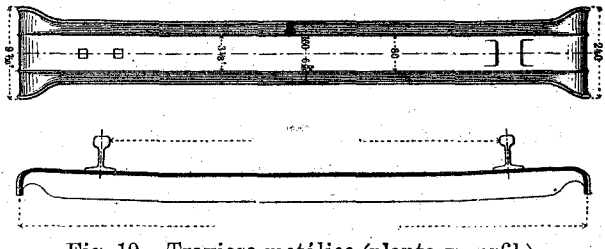


Fig. 19.—Traviesa metálica (planta y perfil.)

Los tirantes se hacen de hierro redondo ó mejor rectangular, con los estremos redondos. En uno y otro caso, las extremidades están fileteadas para recibir dobles tuercas, una interior y otra exterior (fig. 18).

Fig. 20.—Escarpia.

TRAVIESAS.—Pueden emplearse de madera ó metálicas.

Las *traviesas de madera* suelen ser de roble ó de pino, aunque se usan igualmente las de abeto, encina y haya.

La longitud de las traviesas depende del ancho de la vía. Conviene que rebasen bastante la faja ocupada por los carriles, de modo que tratándose de vías de un metro, las traviesas tienen 1,50 metros de longitud y 2,00 metros las de las vías de 1,435 metros de anchura. El ancho de las traviesas varía de 18 á 20 centímetros y de 12 á 14 centímetros el grueso.

Las traviesas de madera se someten á un procedimiento que retarde su putrefacción. Es muy común el empleo de traviesas creosotadas. Generalmente se emplean 120 kilogramos de creosota por metro cúbico de madera. Las *traviesas metálicas* suelen ser de acero, de forma de canal invertido. Dan, por lo regular, excelentes resultados, si bien son más caras que las de madera. Hay infinita variedad de traviesas metálicas, de las que es ejemplo la representada en la figura 19.

ESCARPIAS.—Son de hierro y sirven para sujetar la zapata de los carriles sobre las traviesas (fig. 20).

Es de interés que la cabeza de las escarpias sobresalga por los costados de la misma, á fin de que si en trabajos de entretenimiento conviene arrancarla, pueda agarrar en este resalto la uña de la barra ó palanca de pata de cabra.

Las escarpias se clavan á golpes, pero antes de hacerlo se abren en la traviesa con la barrena agujeros en cada uno de los puntos en donde deben colocarse las escarpias.

TIRAFONDOS.—Es muy frecuente emplear para la sujeción de los carriles á las traviesas, en vez de escarpia, unos gruesos tornillos con rosca de madera, los cuales reciben el nombre de *tirafondos*. La cabeza de los tirafondos tiene un ala circular, que es la que hace fuerza sobre la zapata del carril. Además, la misma cabeza presenta un saliente cuadrado en que se hace en-

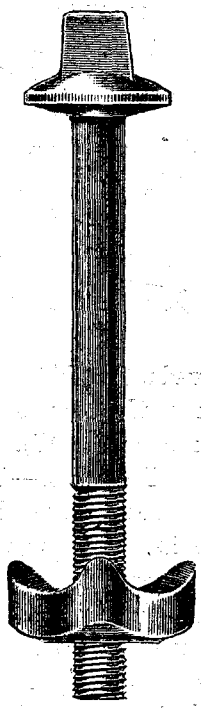


Fig. 21.—Tirafondo.

trar el cubo de una llave para hacer girar el tirafondo y atornillarlo en la traviesa. Antes de colocar el tirafondo se abre en la traviesa un agujero con la barrena. Existen tirafondos que, en vez de rosca de lima, constituyen un tornillo ordinario, cuya tuerca está especialmente construída para que muerda la madera de la traviesa (fig. 21).

C.—Construcción de la vía.

Generalidades.—El caso general, en la construcción de los tranvías, es que la línea siga vías urbanas ó carreteras públicas ó particulares. Si el trazado no se halla en este caso y hay que empezar por construir la explanación, las obras necesarias serán las mismas, ó análogas á las que exige la construcción de un ferrocarril, materia que sale del plan de esta obra.

Ateniéndonos concretamente á los tranvías propiamente tales, hay que fijarse en que las vías de que tratamos no sólo han de soportar los esfuerzos debidos á la marcha de los coches sobre la línea, sino que los carriles y toda la faja de la vía deben sufrir el tránsito rodado que se realiza en pésimas condiciones para la buena conservación de la línea. Es tan perniciosa la influencia del tránsito rodado, que esta causa, por sí sola, exige que las líneas de tranvías estén construídas con una solidez muy superior á la que exigirían las necesidades de la tracción eléctrica; y los carriles no han de tener su peso subordinado al de los coches automotores que circulan por la línea, sino á la intensidad del tránsito rodado en la calle ó carretera ocupada.

La primera condición para obtener una vía sólida es disponer de un suelo resistente. Si la calle ó carretera llevan mucho tiempo de existencia, la circulación de los carruajes ordinarios habrá afirmado el terreno, y esta es una cualidad preciosa. Si no es así y en la faja que debe ocupar la vía hay terraplenes recientes, el mal es difícil de remediar, de modo que sólo un entretenimiento continuo permitirá tener la línea en regular estado en dichas partes de la misma.

Asiento de la vía sobre hormigón.—Para consolidar la plataforma de la vía se emplea á veces una capa general de hormigón, de unos quince centímetros de espesor (fig. 22). Pero lo más común, tratándose de vías con carriles de canal, de ancha zapata, es abrir dos regatas, que se rellenan de hormigón (fig. 23), y sobre estas fajas longitudinales de hormigón se asientan las dos filas de carriles, ya directamente, que es lo usual, ya interponiendo una capa de arena, que da á la vía mayor elasticidad,

Las dos regatas que se rellenan de hormigón suelen tener una profundidad, bajo el plano de asiento de la vía, de 15 á 30 centímetros, según sea la naturaleza del terreno, y una anchura de unos 50 centímetros.

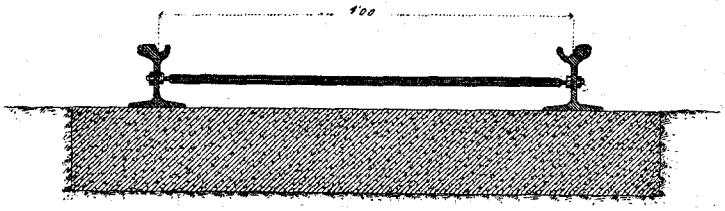


Fig. 22.—Asiento de la vía sobre un lecho de hormigón.

El hormigón empleado para el objeto dicho suele tener la composición siguiente:

Cemento	1 volumen.
Arena	2 idem.
Piedra machacada	4 ídem.

Siendo el cemento de buena calidad, puede llegarse á la proporción siguiente, que es más económica:

Cemento	1 volumen
Arena	3 ídem.
Piedra machacada	6 ídem.

En general, la proporción del cemento se indica en peso, pues suelen emplearse sacos enteros de 40 ó 50 kilogramos. La arena y la piedra

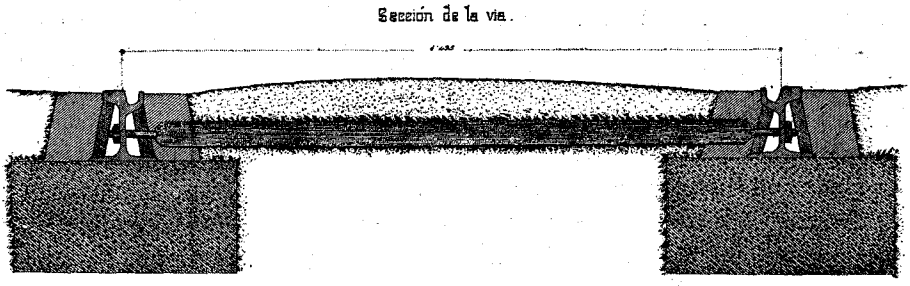


Fig. 23.—Asiento de la vía sobre fajas de hormigón.

machacada se miden en capazos de unos diez litros de capacidad. Las proporciones anteriores así especificadas, serían, suponiendo la densidad del cemento 0,9;

1.ª composición.	Cemento.....	1 saco de 40 kg.	— 44 litros.
	Arena.....	9 capazos.....	— 90 ídem.
	Piedra machacada...	18 ídem.....	— 180 ídem.
2.ª composición.	Cemento.....	1 saco de 40 kg.	— 44 litros.
	Arena.....	13 capazos.....	— 130 ídem.
	Piedra machacada...	26 ídem.....	— 260 ídem.

Para deducir las proporciones anteriores se ha supuesto que la densidad del cemento es 0,9 y ésta es la densidad aproximada cuando el grado de compresión es nulo. Removido el cemento en envases de madera, la densidad llega á 1,80 kilogramos por litro.

En las proporciones del hormigón hay muchos elementos variables; esto es, calidad del cemento, naturaleza de la piedra y arena, cantidad de agua y grado de actividad empleado en hacer la mezcla. Por esto conviene hacer ensayos directos en cada caso particular, y deducir qué proporciones dan lugar, con el cemento, piedra y arena de que se disponga al hormigón más denso. Este será también el más resistente.

Conviene dejar que el hormigón se consolide antes de emplear el asiento de los carríles; pero en el interior de las poblaciones hay que proceder con tal rapidez en este género de trabajos, que muchas veces tendrá que prescindirse de dicha precaución.

Los carriles de una y otra fila, en este sistema de asiento, quedan enlazados por medio de tirantes, colocados cada 1,50 metros, por ejemplo. A pesar de ello, en calles de gran tráfico, todas estas precauciones no aseguran del todo la permanencia de la vía, de tal modo que los carriles aparecen con ondulaciones en planta y perfil al cabo de algún tiempo. Tales irregularidades contribuyen á fomentar el fenómeno de la *corrugación* de los rieles.

Asiento de la vía sobre traviesas.— Se verifica del mismo modo como se hace en los ferrocariles, por lo que no hemos de insistir en el detalle de las operaciones necesarias.

Las traviesas suelen colocarse separadas 0,80 metros de eje á eje, sujetándose á ellas los carriles por medio de escarpias ó tirafondos. En las curvas de pequeño radio, á pesar de todas las precauciones, la vía tiene tendencia á abrirse, de modo que conviene unir por medio de tirantes las dos filas de carriles.

Las traviesas de madera, en las calles, tienen el inconveniente de hallarse constantemente en un suelo húmedo, de modo que la duración de las mismas no es igual á las traviesas de las vías férreas, pues mientras que en éstas la capa de *balasto* ó piedra machacada queda por encima de la plataforma de circulación, en los tranvías queda enterrada, lo mismo que los carriles, de modo que la humedad no desaparece fácilmente.

Además, á causa del tránsito se aflojan las escarpias y tirafondos; los

carriles se apartan de su posición y las traviesas quedan cortadas por las zapatas de los carriles, que se hunden á veces algunos centímetros en el cuerpo de la traviesa.

Para evitar este último inconveniente, suelen emplearse *planchas de asiento,* de acero, con los agujeros necesarios para el paso de los tirafondos; cuales planchas se colocan entre la zapata del carril y la traviesa, para repartir sobre ésta la gran presión del primero.

A veces esta plancha tiene aristas vivas que al clavarse en la traviesa impiden todo cambio de posición del carril, tanto lateralmente como en la verticalidad del mismo (fig. 24).

El empleo de las traviesas metálicas evita la mayor parte de los in-

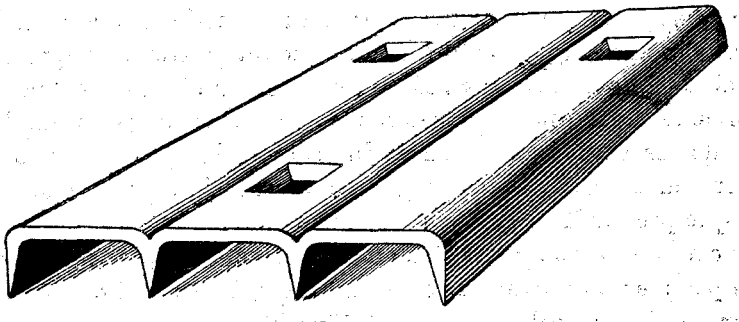


Fig. 24.—Plancha de asiento.

convenientes de las traviesas de madera; pero su coste es muy elevado y esto impide su generalización.

En algunos casos se ha empleado un sistema mixto, que es el sentar los carriles sobre traviesas y, una vez hecho esto, rellenar los intervalos con hormigón. Este sistema evita muchos inconvenientes de las traviesas, pero es caro y no impide la putrefacción de aquéllas. Así, es un método que sólo puede emplearse en cocheras y depósitos, en donde no son tan importantes los efectos de la humedad.

Juntas de los carriles.—Prescindiendo de la unión eléctrica de los carriles, de que se trata más adelante, y del sistema de soldarlos entre sí, de que hablaremos también, hay que decir algo referente á la junta ó empalme de los carriles de una misma fila.

Suele dejarse, entre los extremos de los carriles contiguos, un pequeño intervalo para permitir la libre dilatación de aquéllos al variar la temperatura del ambiente. Este asunto no tiene todo el interés que se le concedía al principio de la construcción de las vías férreas, pues ya se indicará que á veces se sueldan todos los carriles, formando una barra única, sin que de ello resulten inconvenientes. En particular, cuando los

carriles están enterrados, como sucede en los tranvías, las variaciones de la temperatura ambiente influyen poco en la dilatación de aquéllos. Los intervalos que suelen dejarse entre los extremos de los carriles son los que indica la siguiente tabla:

Carriles parcialmente enterrados:

Temperatura:	25°	Sin intervalo.
—	10 á 25°	1,5 milímetros.
—	1 á 10°	3 —
—	inferior á 1°	4 á 6 —

Carriles enteramente descubiertos:

Temperatura:	25°	1,5 milímetros.
—	15 á 25°	3 —
—	5 á 15°	4 á 6 —
—	1 á 5°	6 —
—	inferior á 1°	7 —

Cualquiera que sea el intervalo que se deje entre dos carriles sucesivos, la junta representa un punto débil y las bridas de empalme se aflojan

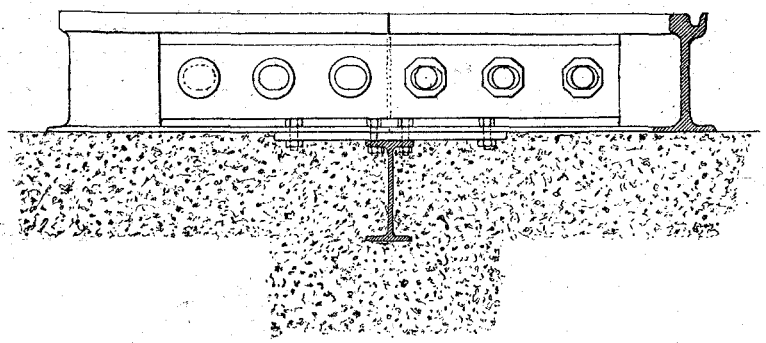


Fig. 25.—Consolidación de una junta por medio de una vigueta transversal.

poco á poco, á causa de las vibraciones producidas por la tracción y por el tráfico rodado en las calles.

Para consolidar las juntas, además de emplearse bridas muy sólidas, se utilizan á veces *planchas de junta*, de acero, sobre que descansan las dos cabezas de los carriles. No siendo esto bastante, muchas compañías emplean durmientes formados por viguetas de hierro, enterradas en el hormigón, á los que se sujetan los carriles ó las planchas de junta por medio de pernos. Con el mismo objeto puede emplearse, en vez de una vigueta, un trozo de carril invertido. Las figuras 25 y 26 dan idea de tales sistemas de consolidación de las juntas.

Herramientas empleadas en la construcción de la vía.—Además de los útiles propios de los trabajos de tierra y de los que exige la confección del hormigón, son de empleo general, en la construcción de la vía férrea, las herramientas que siguen:

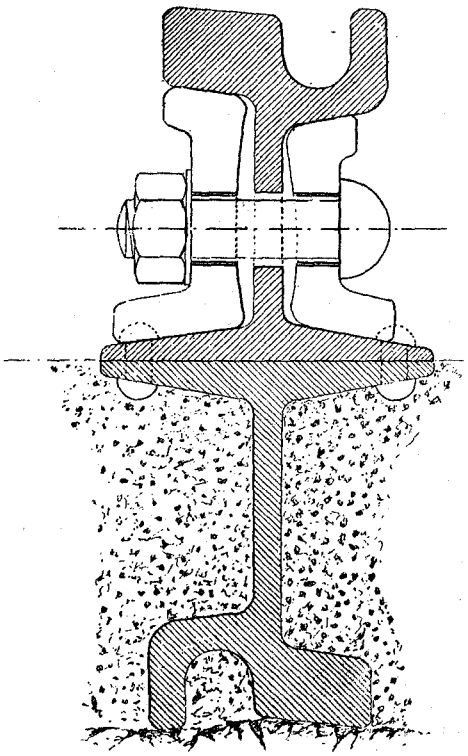


Fig. 26.—Consolidación de una junta por medio de un trozo de carril invertido.

Prensa para curvar carriles.—Hay infinidad de modelos de ellas. La mayor parte están dispuestas (figura 27) para curvar los carriles extendidos sobre el terreno. Otros modelos están montados sobre un carro, lo cual tiene el inconveniente de tener que levantar dichos carriles para introducirlos en la prensa.

Sierra para cortar carriles.—Si el número de carriles que hay es pequeño, puede emplearse un serrucho de mano. Pero en trabajos de grande importancia se

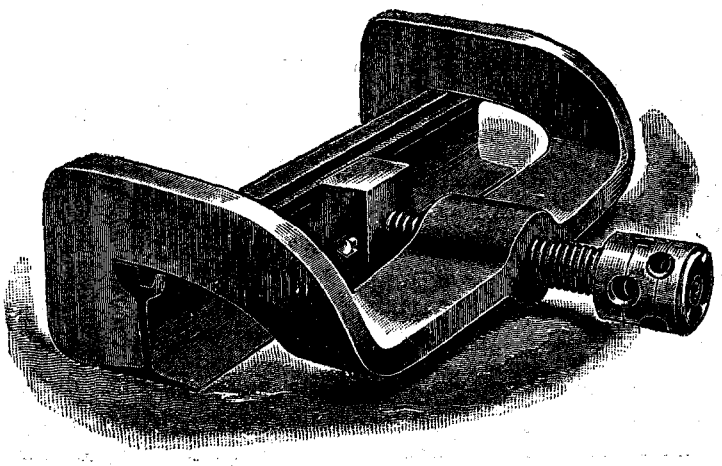


Fig. 27.—Prensa para curvar carriles.

emplean sierras mecánicas, movidas á brazo ó por medio de un elec-

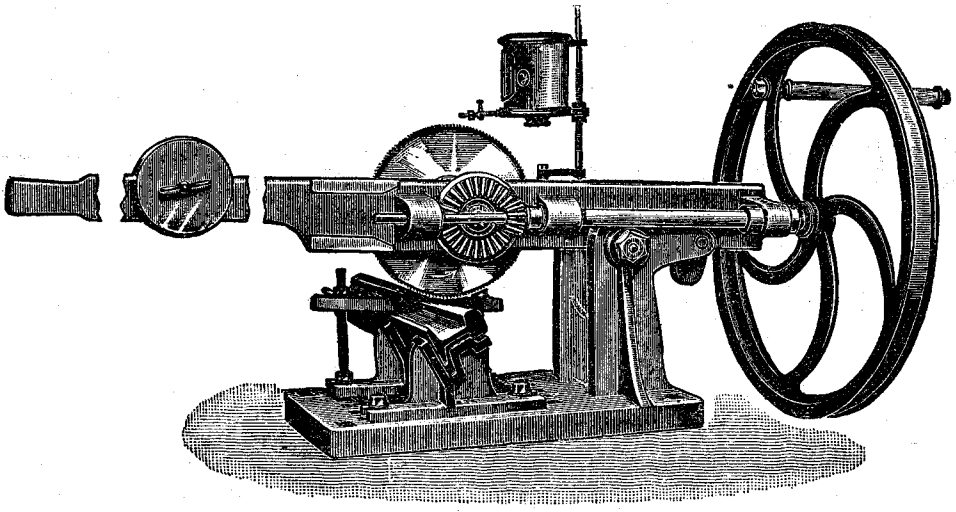


Fig. 28.—Sierra para cortar carriles.

tromotor. La figura 28 da idea de una sierra mecánica movida á brazo.

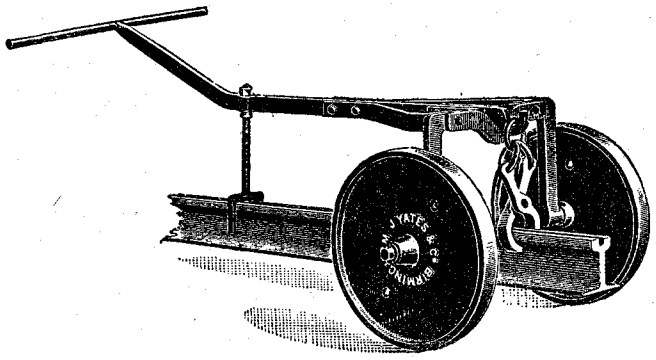


Fig. 29.—Tenaza carretilla.

Tenazas para transportar carriles.—Son mordazas de hierro, con las cuales se enganchan las cabezas de los carriles para facilitar el manejo de los mismos. A veces las tenazas van suspendidas á una especie de carrito de mano, que simplifica el transporte de las barras (fig. 29).

Perforadoras.—Para abrir taladros en el alma del carril, de ordinario se emplea la chicharra de

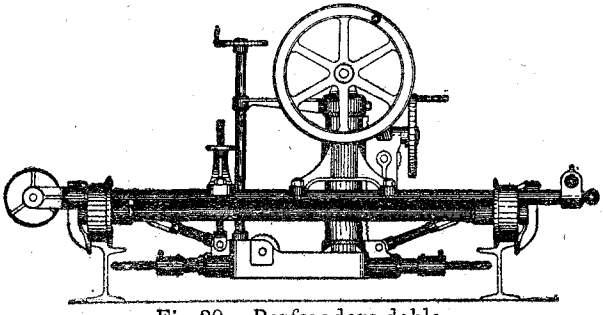


Fig. 30.—Perforadora doble.

mano. Cuando son muchos los taladros que hay que abrir, se pueden emplear máquinas adecuadas. La figura 30 representa una máquina de esta clase, con doble broca, para abrir simultáneamente taladros en los carriles de una y otra fila. La máquina, movida á brazo ó por medio de

Fig. 31.—Espeque.

electromotor, está montada sobre un carro que marcha sobre la misma vía que está en construcción.

Espeque.—Palanca herrada que sirve para las maniobras de fuerza que exige el asiento de la vía (fig. 31).

D.—Puntos especiales de la vía.

Definición.—Puntos especiales de la vía son aquellos en los que por exigencias del servicio que en la línea se presta, por condiciones especiales del lugar, por la relación de la línea con otras próximas ó por otras causas, es preciso acudir al empleo de medios especiales que modifican, en dichos puntos, las condiciones normales de la vía de que se trata.

Los puntos especiales de la vía de que nos interesa hablar son los cambios, cruzamientos y apartaderos.

Cambio de vía.—Cuando es preciso que los carruajes puedan pasar desde una vía *A* á otra contigua *B*, ó viceversa (fig. 32), se establece lo

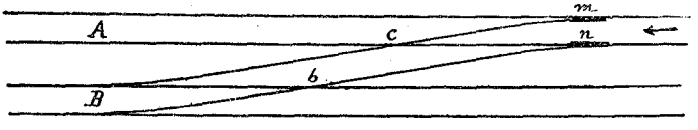


Fig. 32.—Cambio de vía.

que se llama un *cambio de vía*, es decir, un trozo de vía que sirve de unión entre las dos que se desea que comuniquen entre sí. El cambio está compuesto, en cada vía, de las *agujas m* y *n*, porciones de carril que son movibles, para que los carruajes puedan seguir, según convenga, la vía recta ó el cambio. La parte *c*, en donde se cruza el carril del cambio con el de la vía recta, se llama *corazón*.

Suponiendo que un carruaje llega al cambio en el sentido que marca la flecha, si la aguja *m* está aplicada sobre el carril contiguo, la pestaña

de la rueda se verá obligada á seguir la vía *m c*, mientras que continuará por la vía *A* si la aguja *m* está separada.

Respecto de la aguja *n* hay dos sistemas diferentes de establecerla. Uno de ellos es hacerla movible como la *m*, de modo que pueda amoldar sus posiciones á las de ésta, ó bien dejarla fija, más corta que la *m*, y separada su *punta* del carril lo necesario para que las pestañas de las ruedas de su costado puedan dirigirse, cuando convenga, por la vía *n b*. En este caso, la *aguja m* es la única que, por su posición, obliga al coche á tomar una ú otra vía. La aguja *n*, ó *contraaguja,* fija ó movible, secunda la acción de la primera.

La *punta* de la aguja, cuando está aplicada sobre el carril, queda embutida en un rebajo lateral de éste, de modo que no ofrece dificultad alguna al paso de las pestañas de las ruedas.

El extremo opuesto de la aguja, alrededor del cual se verifica el giro de ésta se llama *talón.*

Cuando la contraaguja es movible, puede estar enlazada con la agu-

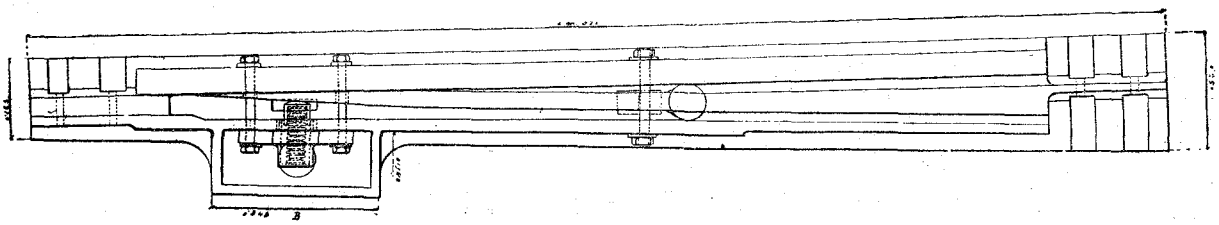


Fig. 33.—Planta de una aguja automática.

ja por medio de una varilla de hierro, con lo cual es fácil dar movimiento simultáneo á las referidas agujas, ya automáticamente, ya á mano. Pero lo más común, en los tranvías, es que la aguja (y también la contraaguja, si es movible), tenga un resorte lateral que le obligue á estar constantemente aplicado al carril. De este modo, el carruaje que siga la dirección de la flecha (fig. 32) siempre tomará la vía *B*, lo que no impedirá la marcha, de izquierda á derecha, del carruaje que venga por la vía *A*, pues al llegar las pestañas de las ruedas al ángulo del carril con la aguja, separarán la punta de esta aguja con la cual tendrá el camino libre, sin perjuicio de que, por la acción del resorte se aplique de nuevo la aguja al carril. Este sistema de agujas se llama *automático.* Cuando carecen de los resortes indicados, las agujas se manejan á mano, ya por medio de una llave, ya por un juego de palancas que puede hacer actuar el cochero sin abandonar la plataforma de su coche.

La figura 33 representa la planta y la figura 34 el corte de una aguja automática, viéndose en esta última figura la posición del muelle que

aplica la aguja sobre el carril. La figura 35 da idea de una aguja que con facilidad puede disponerse de modo que funcione automáticamente ó á mano. Si el resorte está colocado del modo que representa la figura 36, el movimiento de la aguja es automático. Si está colocado como indica la figura 37, la aguja puede tomar, á mano, dos posiciones, en las que queda fija, merced á la acción de un diente, mantenido por la presión del muelle.

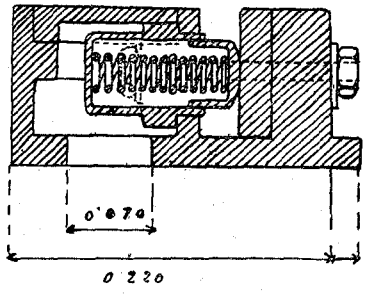


Fig. 34.—Corte de una aguja automática.

Trazado de los cambios.—El trazado de un cambio se hace por medio de una curva tangente á la vía general (fig. 38). El radio de esta curva depende de las exigencias ó necesidades que haya que satisfacer con el cambio; pero, de todos modos, este radio tiene un límite mínimo, de que se ha hablado al tratar de las curvas en general, y un límite máximo por la

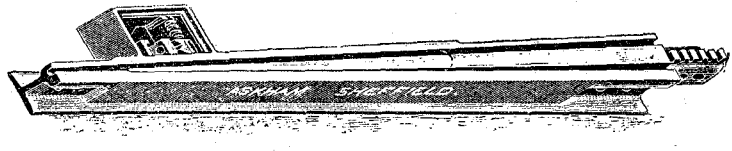


Fig. 35.—Aguja de movimiento automático y á mano.

necesidad de que el talón *t*, que debe tener cierta anchura para que sea resistente, diste lo suficiente del carril *s p*, para dejar libre paso á las pestañas de las ruedas.

El corazón *c* tiene una parte rectilínea *c a*, cuya longitud mínima es

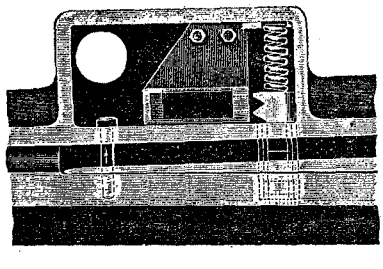


Fig. 36.—Resorte dispuesto para el movimiento automático de la aguja.

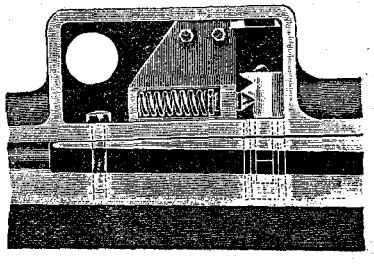


Fig. 37.—Resorte dispuesto para el movimiento á mano de la aguja.

de 0,60 metros, para evitar los descarrilamientos. Algunos constructores

hacen también rectilínea la aguja *p t*, en cual caso la curva del cambio sólo se desarrolla entre *t* y *a;* pero es más lógico que la curva sea, como

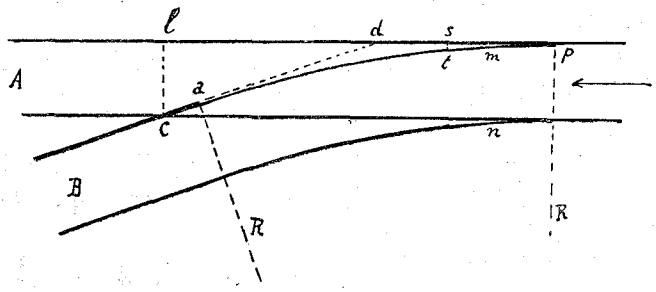


Fig. 38.—Trazado de un cambio de vía.

hemos dicho, tangente en *p* al carril de la vía general, y por lo tanto, curvo el trazado de la aguja.

Cuando los corazones son fundidos, para no tener tantos modelos de ellos, conviene utilizar un mismo tipo siempre que sea posible. Fijo el

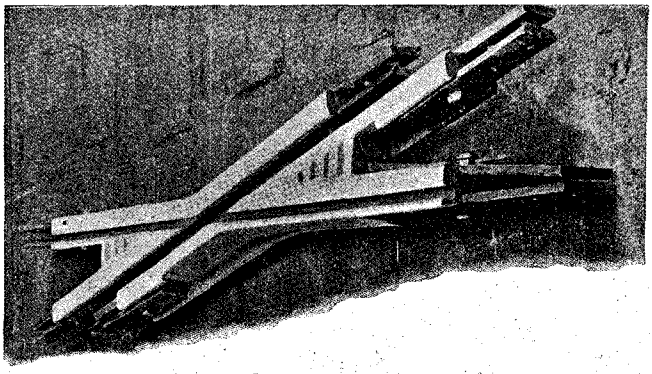


Fig. 39.—Corazón fundido.

ángulo del corazón, que suele variar entre 6 y 20°, hay que amoldar á él los demás elementos del trazado.

La longitud del cambio ó distancia *p l*, es, naturalmente, tanto menor cuanto más pequeño es el radio de la curva.

El espacio *t s* entre el carril y la cara interior del talón varía entre 100 y 120 milímetros.

La longitud de la aguja es muy variable: de 1, 2, 2,50 y hasta 3,50 metros.

El radio de la curva del cambio no debe resultar, en lo posible, inferior á 20 metros.

Corazón.—Puede hacerse por medio de dos carriles, cortados oblícuamente, para que puedan apoyarse sobre el carril de la vía recta ó general. En este caso, en los carriles que se cruzan hay que dejar paso libre á las pestañas de las ruedas.

Es muy frecuente hacer el corazón de acero fundido, el cual presenta en este caso las superficies y cortes necesarios para el paso de las ruedas y pestañas.

El corazón de acero es muy fácil de colocar y llena todas las condiciones necesarias. El único inconveniente que ofrece es que resulta caro

Fig. 40.—Bifurcaciones y cruzamientos.

si hay que tener modelos diferentes, según el ángulo de las vías que se cruzan. Lo mejor es reducir, en cuanto sea posible, el número de ángulos de cruzamiento distintos, para que con un corto número de modelos puedan fundirse cuantos corazones sean necesarios. La figura 39 representa el corazón, fundido, en que se cruzan un carril tipo Fénix y el carril Vignole de una vía férrea.

Cruzamientos.—Resultan de la intersección de dos vías, ya sean de la misma compañía ó de dos diferentes, ya de vías de igual anchura ó de anchuras distintas.

El cruzamiento es *recto* cuando las vías se cortan perpendicularmente y oblicuo en el caso contrario. El cruzamiento viene á ser un conjunto de cuatro corazones, á los cuales se puede aplicar lo dicho de éstos.

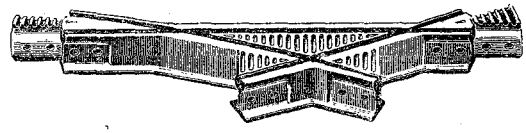


Fig. 41.—Cruzamientos de carriles.

Para evitar el gran número de cortes de los carriles y para asegurar el conjunto, que resulta muy deficiente por la poca estabilidad de los carriles cortos, es muy usual emplear cruzamientos fundidos, constituyendo un todo único los carriles que se cruzan.

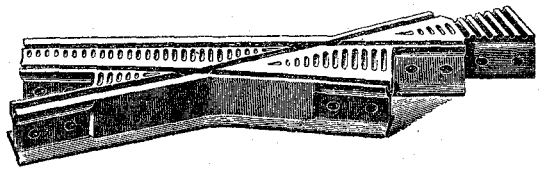


Fig. 42.—Cruzamientos de carriles.

Bifurcaciones.—Cuando de un punto de una vía se deriva otra vía ó varias otras, el lugar en donde esto se verifica recibe el nombre de bifurcación.

Las bifurcaciones múltiples, particularmente en líneas de doble vía, dan lugar á ángulos de cruzamiento muy variados entre los carriles. La figura 40 representa un conjunto de bifurcaciones y cruzamientos, cons-

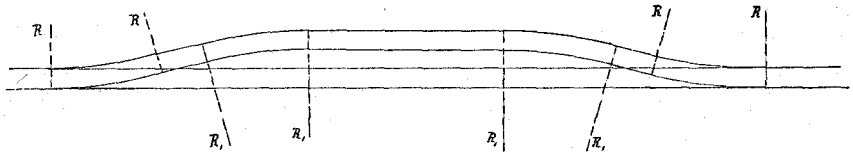


Fig. 43.—Apartadero lateral.

truído por la casa Edgar Allen y C.° Las figuras 41 y 42 dan idea de alguna de las muchas formas en que se cruzan los carriles en esos puntos especiales de las líneas de tranvía.

Apartaderos.—En las vías únicas, para que puedan prestar servicio

Fig. 44.—Apartadero simétrico.

varios carruajes que marchan en sentidos contrarios, se disponen *apartaderos,* ó sean porciones de doble vía, en la que la del apartadero está unido á la vía general por medio de dos cambios de vía,

El trazado del apartadero comprende, por regla general, una parte recta, paralela á la vía general, y en los cambios de entrada y salida una curva y contracurva unidas por medio de una alineación recta. El apartadero de la figura 43 está á un lado de la vía general; el de la figura 44 está dispuesto simétricamente á un lado y otro del eje de la vía general;

Fig. 45.—Apartadero paralelo.

en el de la figura 45 son dos vías de ejes paralelos que vienen á juntarse en el apartadero.

El trazado de los apartaderos se hace como el de los cambios, pues realmente exige un cambio á la entrada y á la salida. La longitud del apartadero debe ser suficiente para que en él puedan cruzarse cuatro carruajes, dos marchando en un sentido y otros dos en el opuesto.

Vías de las cocheras ó depósitos.—El gran número de carruajes de que disponen algunas compañías, la conveniencia de tenerlos á cubierto y la necesidad de aprovechar el terreno y las edificaciones, obligan á disponer de un modo eficaz las vías de entrada en los depósitos ó cocheras, en los que además existen los talleres de reparación y fosos de revisión.

En general, las vías se disponen constituyendo una serie de cambios, para que desde la vía general puedan encaminarse los vehículos á la línea del depósito que sea conveniente.

CAPÍTULO III

TRACCIÓN

Generalidades sobre la tracción.—La marcha de los carruajes sobre la vía férrea se realiza del siguiente modo: Los motores del coche transmiten, por medio de engranajes, su movimiento á los ejes de las ruedas, y, por lo tanto, á las ruedas mismas. Estas ruedas del coche tienden, de consiguiente, á girar; pero, apoyándose, como se apoyan, sobre los carriles, el rozamiento entre la llanta de la rueda y la superficie del carril, origina un engrane entre la llanta y el carril, que es lo que determina la marcha del coche.

Se denomina *esfuerzo de tracción* la fuerza en virtud de la cual el coche marcha sobre la vía con una velocidad determinada. El esfuerzo de tracción se expresa, como todas las fuerzas, en kilogramos, y depende de la *potencia* de los motores (regularmente medida en *caballos)* y de la *adherencia,* que es el mayor ó menor engrane entre la llanta de las ruedas y la superficie de los carriles.

Para que un carruaje se mueva sobre una vía con velocidad determinada, el esfuerzo de tracción ha de ser suficiente para vencer los obstáculos distintos que se oponen á la marcha del vehículo. Estas causas son: la *resistencia de rodadura,* la *resistencia del aire,* el trabajo absorbido para subir las *rampas* y el que exige el recorrido de las alineaciones *curvas.*

En cada momento, la marcha del carruaje se verifica cuando el esfuerzo de tracción desarrollado es capaz de vencer todas las resistencias indicadas. La potencia de los motores que lleva el coche debe ser suficiente para vencerlas en el caso más desfavorable. Hay que tener, además, en cuenta, el *arranque* de los carruajes, ó sea la acción de iniciar el movimiento después de las paradas, que son muy numerosas en el servicio de los tranvías.

Hemos dicho al principio que el movimiento del carruaje se verifica merced al engrane entre la llanta de las ruedas motrices y la superficie de los carriles. Si este engrane ó adherencia es insuficiente, las ruedas

girarán sobre sus ejes, pero el carruaje no avanzará. Cuando se verifica este fenómeno, se dice que las ruedas *patinan*, y el hecho puede depender de varias causas, que determinan una falta de proporción entre el esfuerzo motor y la adherencia.

Finalmente, en todo estudio de tracción, y más que en otros en los referentes á tranvías eléctricos, hay que examinar lo relativo á la parada del vehículo, para lo cual no basta suspender la acción del esfuerzo motor, sino que hay que acudir al empleo de medios adecuados, á veces enérgicos, á fin de que el coche pueda detenerse rápidamente, sin molestias para los viajeros, lo cual se consigue por medio de los *frenos*. De estos se trata especialmente en el capítulo VII, concretándonos en el presente á detallar los varios asuntos que ligeramente acabamos de indicar y á estudiar la energía eléctrica necesaria para realizar la tracción sobre una línea cualquiera.

A.—Resistencias que se oponen á la tracción.

Resistencia del aire.—Es la que opone el aire atmosférico, supuesto tranquilo, á la marcha de los carruajes. La resistencia del aire depende de la velocidad del vehículo y de la forma de éste. La forma influye por la mayor ó menor superficie de la sección transversal del carruaje y por la longitud del mismo, en relación con la sección transversal. A igualdad de las demás condiciones, el aire opone menor resistencia á la marcha de un coche alargado que á la de otro más corto.

Llamando R_a á la resistencia del aire, S á la sección transversal y V á la velocidad del coche, se tiene, con arreglo á la ley de Newton:

$$R_a = c \,.\, n \,.\, S \,.\, V^2$$

fórmula en la que c es un coeficiente constante, deducida experimentalmente, y cuyo valor es 0,0625; y n es un factor que depende de la relación entre la longitud del carruaje y su sección transversal. En el caso de los tranvías, el valor de n es igual á 1,12.

Ejemplo.—Supongamos un carruaje cuyas dimensiones transversales sean 2,30 metros de ancho por 2,80 de alto. El valor de S será 6,44 metros cuadrados.

Admitiendo que la velocidad sea de 20 kilómetros por hora, que equivale á 5,55 metros por segundo, la resistencia del aire será:

$$R_a = 0{,}0625 \times 1{,}12 \times 6{,}44 \times 5{,}55^2 = 13{,}58 \text{ kg.}$$

Los carruajes de remolque no aumentan de un modo grande la resistencia del aire, pues el número de carruajes de esta clase que siguen al coche automotor, es siempre muy pequeño en las líneas de tranvías. Para tener en cuenta la resistencia que el aire opone á la marcha de estos carruajes, basta aumentar el valor de S en un metro cuadrado por cada coche de remolque. Así, en el ejemplo anterior, si suponemos que hay dos coches de remolque al aplicar la fórmula, en vez de $S = 6{,}44$ metros cuadrados, pondremos $S = 8{,}44$ metros cuadrados.

Resistencia de rodadura.—Es la que resulta de la acción de marchar rodando las ruedas sobre las superficies de los carriles.

En las alineaciones rectas esta resistencia es muy pequeña, por cuanto siendo cónica la llanta de las ruedas, éstas se aplican por un corto número de puntos en la cabeza de los carriles. En las curvas es bastante mayor, como veremos luego, la resistencia opuesta á la marcha de los carruajes.

En las vías de los tranvías, en que tan común es el empleo de los carriles de canal, la resistencia ó la rodadura es mayor que en las líneas construídas con carriles Vignole, á causa de que las pestañas de las ruedas quedan como aprisionadas dentro de la canal y rozan continuamente con las superficies del carril y del nervio que limita dicha canal.

El valor de la resistencia de rodadura, que llamaremos R_r, es igual al peso P del carruaje por f', coeficiente de rozamiento de rodadura de las llantas sobre los carriles, ó sea:

$$R_r = P \times f'.$$

El valor de f' varía de 0,0015 á 0,003 cuando la vía está construída con carriles Vignole, y de 0,006 á 0,007 cuando se trata de carriles de canal. Varía con el estado de entretenimiento de la vía, de modo que es muy pequeña en las vías limpias y bien cuidadas.

Ejemplo.—Sea un carruaje de 12.000 kilogramos marchando sobre una vía de carriles de canal.

Se tendrá:

$$R_r = 12000 \text{ kg.} \times 0{,}007 = 84 \text{ kg.}$$

Resistencia de las curvas.—Cuando los carruajes recorren una curva del trazado, aumenta considerablemente el esfuerzo de tracción necesario para vencer la resistencia que ofrece la vía.

Hay que tener presente que los ejes de los carruajes son paralelos entre sí y están en una posición casi invariable respecto al truck del

vehículo, pues sólo tienen el pequeño juego que les permite la holgura con que las cajas de grasa de dichos ejes están colocadas en el truck. De esto se deriva que no pueden los dos ejes tener al mismo tiempo la dirección de dos radios de la curva, ya que estos radios convergen y suponemos que los ejes se mantienen en posición relativa invariable. De aquí que las ruedas tengan que resbalar lateralmente, para que queden siempre sobre la vía. Sólo el juego de las cajas de grasa, de que hemos hablado, permite aminorar algo el inconveniente que resulta del paralelismo de los ejes.

Además, en las curvas el carril exterior tiene más desarrollo ó longitud que el carril interior, y como las ruedas dan el mismo número de vueltas y deberían, por lo tanto, recorrer el mismo camino, hay un patinaje ó resbalamiento longitudinal de las ruedas que marchan sobre el carril interior para compensar el mayor camino que recorren las ruedas exteriores. Las pestañas de las ruedas, que se colocan en posición algo oblicua en la vía, tienen tendencia á aplicarse sobre las cabezas de los carriles ó la superficie de los nervios ó contracarriles, lo cual da lugar á nuevas resistencias, que se oponen al libre movimiento de los coches.

La conicidad de las llantas de las ruedas aminora algo estos inconvenientes, por cuanto la fuerza centrífuga obliga á que el coche se aproxime todo lo posible al carril exterior, y entonces las ruedas de este lado, por apoyarse en la base del cono de la llanta, recorren mayor camino que las ruedas opuestas, que se apoyan en una circunferencia de menor radio.

La resistencia opuesta por las curvas, R_c, puede calcularse por medio de la fórmula

$$R_c = m \times \frac{s}{r} P,$$

en la que P es el peso del coche, s el ancho de la vía, r el radio de la curva y m un factor que depende de la clase de vía y de la separación de los ejes del carruaje. El valor de m varía de 0,3 á 0,5.

Puede tomarse el primero cuando la vía sea Vignole y reducida la separación de ejes, y el segundo cuando los ejes del vehículo están muy separados y los carriles son de canal.

Ejemplo.—Supongamos:

s = 1,435 metros.
r = 40 —
P = 10.000 kilogramos.
Separación de ejes = 2,00 metros.
Carril Vignole.

Adoptando para m el valor 0,4, tendremos:

$$R_c = 0{,}4 \times \frac{1{,}435}{40} \times 10000 = 143 \text{ kg.}$$

Resistencia de las rampas.—Cuando un vehículo asciende por una rampa, el motor ha de ejercer el esfuerzo necesario para elevar el carruaje, y este esfuerzo es proporcional al peso del vehículo y á la mayor ó menor inclinación de la rampa.

Llamando R_i á la resistencia opuesta por la rampa, se tendrá:

$$R_i = P \times i,$$

en la que P es el peso del carruaje é i la tangente de la pendiente (1).

Ejemplo.—Determinar la resistencia opuesta por una rampa de 60 milímetros por metro á la marcha de un coche cuyo peso es de 7000 kilogramos.

$$R_i = 7000 \times 0{,}060 = 420 \text{ kilogramos.}$$

Claro es que á la resistencia de la rampa hay que sumar las demás, antes estudiadas, aplicables al caso.

Resistencia total.—Es la suma de todas las resistencias de que se ha tratado en los párrafos anteriores.

El estudio del trazado y perfil longitudinal de la vía permitirá determinar la cuantía de estos sumandos. Por ejemplo, puede ocurrir que la curva de menor radio coincida con la rampa de mayor inclinación, y en este caso aquella suma adquirirá un valor mucho mayor que sí, siendo las demás condiciones iguales, se verifica que las curvas de pequeño, radio se hallan sobre tramos horizontales ó de pendiente muy escasa.

En todos los casos se admite que, cuando la resistencia ó la tracción es grande, sea por las curvas, sea por las rampas, la velocidad se hace más moderada, pues para mantener en esos tramos difíciles la misma velocidad que en las alineaciones rectas y horizontales, se necesitarían motores de gran potencia.

(1) En realidad, el esfuerzo necesario para elevar el coche es la proyección del peso sobre la rampa, que equivale al producto del peso por el seno del ángulo de inclinación de la rampa. Pero, tratándose de ángulos pequeños, se puede tomar la tangente en vez del seno.

Ejemplo.—Supongamos, teniendo presentes los problemas anteriores:

P, peso del coche	12.000 kilogramos.
Ancho de la vía	1,435 metros.
Naturaleza del carril	Vignole.
Sección transversal del coche	6,44 metros cuadrados.
Separación de los ejes	2,00 metros.
Radio mínimo de las curvas	35 metros.
Rampa máxima	80 mm. por metro.
Radio de la curva que coincide con la rampa máxima.	100 metros.
Rampa que coincide con la curva de radio mínimo.	40 mm. por metro.
Velocidad normal	4,44 metros por segundo.
Velocidad reducida (10 kilómetros por hora)	2,78 metros por segundo.

El simple examen de los datos anteriores nos indica que la máxima resistencia á la tracción se presentará, bien en la curva de radio mínimo, bien en la rampa de máxima inclinación. En el caso presente, desde luego se vé que esta última circunstancia en la vía es la que exigirá el esfuerzo de tracción mayor; pero, en general, no hay ningún inconveniente en hacer la comparación calculando la resistencia en los dos casos, como vamos á hacer.

a) Resistencia total en la curva de radio mínimo.

		Kilogramos.
1.°	$R_a = c \,.\, n \,.\, S \,.\, V^2 = 0{,}0625 \times 1{,}12 \times 6{,}44 \times 2{,}78^2.$	$= 3{,}48$
2.°	$R_r = P \times f' = 12.000 \times 0{,}002$	$= 24{,}00$
3.°	$R_c = m \times \frac{s}{r} \,.\, P = 0{,}4 \times \frac{1{,}435}{35} \times 12.000$	$= 196{,}80$
4.°	$R_i = P \times i = 12.000 \times 0{,}040$	$= 480{,}00$
	R_t	$= 704{,}28$

b) Resistencia en la rampa de máxima inclinación:

		Kilogramos.
1.°	R_a (no varía)	$= 3{,}48$
2.°	R_r (no varía)	$= 24{,}00$
3.°	$R_c = 0{,}4 \times \frac{1{,}435}{100} \times 12.000$	$= 68{,}88$
4.°	$R_i = 12.000 \times 0{,}080$	$= 960{,}00$
	R_t	$= 1.056{,}36$

Conforme habíamos indicado, la mayor resistencia á la tracción se presenta en el recorrido de las rampas máximas, y de esta resistencia hay que partir para el cálculo de la resistencia de los motores.

Fórmulas sencillas para el cálculo de la resistencia total.— Como quiera que la resistencia que oponen las rampas es muy superior á la que ofrecen las rasantes horizontales, en la práctica, con el objeto de simplificar los cálculos, se admite un coeficiente global de resistencia á la tracción en los tramos horizontales, y con este coeficiente, y conociendo la inclinación de la rampa máxima, puede calcularse de un modo suficientemente aproximado la resistencia total en una línea dada.

Llamando R_g á dicho coeficiente, i á la inclinación de la rampa y P al peso del carruaje, la resistencia total puede calcularse por la fórmula

$$R_f = P\,(R_g + i).$$

El valor de R_g se admite que es igual á 0,012 cuando los carriles son de canal y 0,005 en las vías Vignole.

Ciertamente que en las curvas de pequeño radio hay un exceso de resistencia sobre el resultado que arroja la fórmula; pero no precisa tenerla en cuenta, pues en dichas alineaciones se disminuye la velocidad de los coches.

Ejemplo.—Hallar la resistencia total á la tracción en una línea construída con carriles Fénix, siendo de 7.000 kilogramos el peso del coche cargado y de 50 milímetros por metro la rampa máxima de la línea.

Se tendrá:

$$R_t = 7.000\,(0{,}012 + 0{,}090) = 714 \text{ kilogramos.}$$

Arranque.—Para iniciar el movimiento de un coche hace falta desarrollar un esfuerzo considerable, si se le compara con el que exige el mismo carruaje en plena marcha. En efecto, se opone á la traslación del vehículo en el período de arranque, el rozamiento inicial de todos los órganos, que es superior, al empezar el movimiento, al que se manifiesta cuando éste se halla normalizado. Precisa también vencer la inercia del vehículo, y, finalmente, es nececesario, una vez que la marcha se ha iniciado, ir comunicando al coche la fuerza viva conveniente para determinar la aceleración de su movimiento, hasta que la velocidad, pequeña al principio, llegue á ser normal.

El carruaje, cuando marcha á la velocidad de V metros por segundo, posee una fuerza viva W, que puede calcularse por la fórmula

$$W = \frac{1}{2} m V^2.$$

Cada eje, con su par de ruedas, rodando con la velocidad angular ω, posee una fuerza viva W', tal que

$$W' = \frac{1}{2} I \omega^2$$

siendo I el momento de inercia del conjunto de las ruedas y el eje.

El inducido del motor, girando á la velocidad angular ω_1, posee una fuerza viva

$$W'' = \frac{1}{2} I' \omega_1^2$$

siendo I' el momento de inercia del inducido.

La fuerza viva total, que hay que comunicar al coche, es la suma de W, W' y W''. Ahora bien, á fin de evitar cálculos laboriosos, puede estimarse que $W' = 0{,}025\ W$, y $W'' = 0{,}1\ W$. Por lo tanto, la suma á que nos hemos referido, teniendo en cuenta que el coche tiene dos ejes y, de ordinario, dos motores, será W_t fuerza viva total:

$$W_t = W + 2 \times 0{,}025\ W + 2 \times 0{,}1\ W = 1{,}25\ W,$$

y poniendo en lugar de W su valor, resultará

$$W_t = 1{,}25 \times \frac{1}{2} m V^2.$$

Para tener el valor de W_t en kilográmetros, substituiremos la masa m por $\frac{P}{g}$, siendo P el peso del coche y $g = 9{,}8$, la aceleración debida á la gravedad, ó sea

$$W_t = 1{,}25 \times \frac{P}{2g} V^2 \text{ kilográmetros.}$$

Esta fuerza viva no puede comunicarse al coche instantáneamente, sino paulatinamente, durante un período (período de arranque) de t segundos de duración. En este tiempo, la velocidad del coche pasa del valor *cero* (coche parado) al valor V (velocidad normal). La fuerza F que se debe aplicar al carruaje durante el tiempo t para que adquiera la velocidad V es la diferencial de W_t con relación á t. Es decir:

$$F = \frac{d\,W_t}{d\,t} = \frac{1{,}25\,P}{g} \times \frac{V}{t} \text{ kilogramos.}$$

Ejemplo.— Un carruaje de 12 toneladas, en el período de arranque, para que en diez segundos llegue á adquirir la velocidad normal de 16 kilómetros por hora (4,4 metros por segundo), aparte de los demás esfuerzos de tracción, exigirá la fuerza:

$$F = \frac{1{,}25 \times 12.000}{9{,}8} \times \frac{4{,}4}{10} = 672 \text{ kilogramos.}$$

La velocidad media del coche, durante el trayecto correspondiente al período de arranque, será la semisuma de las velocidades inicial y final, 0 y 4,4 metros, ó sea 2,2 metros. En los diez segundos supuestos, el carruaje habrá avanzado 22 metros.

Si la vía está en rampa, y más si está en rampa y curva, la resistencia total será mucho más elevada. Claro es que para calcularla habrá que adicionar al valor F el esfuerzo correspondiente á las resistencias de tracción correspondientes al trozo de vía en que se verifica el arranque del coche. Por este motivo, cuando existen estas circunstancias desfavorables, y en particular si la vía está húmeda y sucia, conviene hacer más largo el período variable, para no fatigar demasiado los motores ni exponerse á que las ruedas patinen.

El período de arranque, en alineaciones rectas y horizontales, suele hacerse durar un segundo por cada dos kilómetros de velocidad que debe llevar el coche. Por ejemplo, si un carruaje debe marchar á la velocidad de 16 kilómetros por hora, el período de arranque, en las alineaciones dichas, debe durar ocho segundos.

B.—Esfuerzo motor.

Preliminares.—Generalmente, en los coches de los tranvías eléctricos hay instalados dos motores, de modo que cada uno de ellos debe ser capaz de desarrollar una potencia mitad de la total que es necesaria para

vencer las resistencias opuestas á la tracción, según lo explicado en los párrafos precedentes.

Esta potencia se ha de utilizar en la llanta de las ruedas motrices, de manera que el motor eléctrico ha de desarrollar mayor potencia que ésta á causa de los rozamientos y de las pérdidas que se manifiestan en la transmisión del movimiento del inducido del motor á los ejes de las ruedas, transmisión que de ordinario se realiza por medio de un engranaje.

De la potencia del motor, calculada partiendo de estos datos, se deduce el valor de la potencia de la corriente eléctrica que absorberá el motor, y en este cálculo también se ha de tener presente que no toda la energía de la corriente puede convertirse en energía mecánica utilizada por el motor.

Es, pues, necesario estudiar estos diversos asuntos relacionados con el cálculo del esfuerzo motor, á fin de formar concepto del modo cómo se ejerce, y de las circunstancias diversas que influyen en su más racional aprovechamiento.

Conviene tener presente que los motores de los tranvías están arrollados en *serie,* de lo cual se derivan ventajas prácticas de que carecen, en la aplicación de que se trata, los motores arrollados en derivación. Todas las consideraciones y cálculos que se incluyen en los párrafos siguientes se refieren, pues, á los motores arrollados en serie y al empleo de corriente continua, cuya tensión está comprendida entre 500 y 600 voltios.

Potencia de la corriente eléctrica.—La potencia de un agente motor cualquiera es la facultad que tiene para engendrar determinada cantidad de trabajo en la unidad de tiempo. La potencia de las corrientes eléctricas se mide en *vatios.* La potencia eléctrica que está medida por un vatio es capaz de efectuar, cada segundo de tiempo, un trabajo equivalente á 0,102 kilográmetros (un julio).

La potencia de una corriente eléctrica entre dos puntos A y B de un circuito, se calcula fácilmente multiplicando la diferencia de potencial e en voltios, medida entre dichos puntos por la intensidad I de la corriente en amperios, que circula entre dichos puntos. Se tiene, pues,

$$P = e \times I \text{ vatios.}$$

Ejemplo: Supongamos que entre los dos terminales de un motor eléctrico por el que circula una corriente, medimos una diferencia de potencial de 400 voltios y que el amperímetro intercalado en el circuito

acusa una intensidad de 35 amperios. La potencia de la corriente eléctrica, absorbida por el motor de que se trata, será:

$$P = 400 \times 35 = 14.000 \text{ vatios} = 14 \text{ kilovatios.}$$

Siendo 1 vatio = 0,102 kilográmetros, podremos escribir:

$$P = 14.000 \times 0{,}102 = 1428 \text{ kilográmetros por segundo.}$$

Como cada 75 kilográmetros por segundo equivalen á un caballo de vapor, se deducirá:

$$P = \frac{1428}{75} = 19 \text{ caballos de vapor.}$$

Las siguientes relaciones son de interés para los cálculos relativos á la potencia y energía de las corrientes eléctricas:

1 vatio = 1 julio por segundo = 0,102 kilográmetros por segundo.
1 kilovatio = 1000 julios por segundo = 102 kilográmetros por segundo.
1 kilográmetro por segundo = 9,81 vatios.
75 kilográmetros por segundo = 1 caballo de vapor = 736 vatios.
1 kilovatio = 1,36 caballos de vapor.
1 vatio = 0,00136 caballos de vapor.

Potencia eléctrica total absorbida por un motor.—La ley expresada en el párrafo precedente es general, de modo que podemos decir que si entre los terminales de un electromotor existe una diferencia de potencial de e voltios en el momento mismo en que la intensidad de la corriente que circula por dicho electromotor es de I amperios, la potencia eléctrica total absorbida por el electromor será, en vatios:

$$P = e \times I.$$

Potencia eléctrica útil del motor.—La potencia eléctrica total $P = e\,I$ absorbida por el motor, no se convierte toda en potencia mecá-

nica, sino que una parte se transforma en calor. Con arreglo á la ley de Joule, esta parte es

$$r\,I^2,$$

siendo r la resistencia interior del motor.

La potencia eléctrica total P es, por lo tanto, igual á la potencia útil, que llamaremos P_u, más la parte que se convierte en calor,

$$P = P_u + r\,I^2,$$

de donde se deduce

$$P_u = P - r\,I^2.$$

Ejemplo: Supongamos que un electromotor cuya resistencia interior sea de 2 ohmios absorbe una corriente de 40 amperios, indicando el voltímetro una diferencia de potencial de 450 voltios entre los terminales de dicho motor. La potencia total de la corriente eléctrica será:

$$P = e \times I = 450 \times 40 = 18.000 \text{ vatios.}$$

La parte de esta potencia total convertida en calor, será:

$$r\,I^2 = 2 \times 40^2 = 3200 \text{ vatios,}$$

y la potencia útil:

$$P_u = P - r\,I^2 = 18.000 - 3200 = 14.800 \text{ vatios} = 20\ HP.$$

El valor de P_u puede también representarse por $e'\,I$, es decir, el producto de la intensidad de la corriente absorbida por e', diferencia de potencial que corresponde á aquella parte de la corriente total que efectivamente se convierte en trabajo mecánico. Podrá escribirse, pues,

$$P_u = e'\,I,$$

y como

$$P = P_u + r\,I^2$$

se deduce

$$P = e'\,I + r\,I^2$$

y poniendo en lugar de P su valor $e\,I$, resulta

$$e\,I = e'\,I + r\,I^2.$$

Dividiendo por I, se tiene

$$e = e' + r\,I,$$

de donde se deduce

$$I = \frac{e - e'}{r},$$

y finalmente,

$$P_u = e'\,I = \frac{e'\,(e - e')}{r}.$$

De estas fórmulas, la que da el valor de I corresponde á la ley de Ohm; y demuestra que la intensidad de la corriente absorbida depende de la resistencia interior r, que es constante en cada motor, y del voltaje $e - e'$, que resulta de restar del voltaje e, en los terminales del motor, el voltaje e', antes definido.

Fuerza contraelectromotriz.—El valor de e', que, para el cálculo de la potencia mecánica útil, se resta de e, diferencia de potencial en los terminales del motor, se llama fuerza *contraelectromotriz* ó *fuerza electromotriz inducida*, y su origen es el siguiente:

La corriente eléctrica absorbida por el motor excita los electros ó inductores, y determina la producción de un flujo magnético, de modo que el inducido, al girar en el campo magnético correspondiente á este flujo, se halla exactamente en las mismas condiciones que una dinamo. Desarrollará, pues, una fuerza electromotriz de sentido opuesto á la de la corriente principal; y que por esto se llama fuerza contraelectromotriz ó inversa.

El valor de esta fuerza es directamente proporcional al número n de espiras del inducido, al número N de revoluciones por segundo y al flujo magnético M, es decir que

$$e' = n\,N\,M.$$

Esta fórmula da el valor de la fuerza electromotriz inversa en unidades $C\,G\,S$. Para obtener dicho valor en voltios hay que dividir el resultado por 10^8.

Ejemplo.—Sea, en un motor bipolar

n (número de espiras) = 220.
N (número de revoluciones por segundo) = 6.
M (flujo de inducción total: le supondremos igual á 15.000 unidades por centímetro cuadrado, por la sección del inducido, que suponemos de 40 × 60 centímetros) = 15.000 × 40 × 60 × 220 × 6 = 47.520 millones unidades $C\,G\,S$ = 475,2 voltios.

Si el motor fuese tetrapolar, el flujo de inducción, siendo iguales los demás datos, resultaría doble; pero la construcción del motor no podría ser la misma, pues variaría el número de espiras del inducido.

Fuerza electromotriz en los terminales del motor.—En las fórmulas precedentes hemos designado con la letra e la fuerza electromotriz en los terminales del motor, suponiéndola conocida. Esta fuerza electromotriz no es constante, dependiendo su valor de varias causas que vamos á indicar:

Sea E la fuerza electromotriz medida en las barras del cuadro de distribución de la Central. La fuerza electromotriz en los terminales de los motores de los coches sería igualmente E, si no existiera la pérdida de potencial debida á la resistencia total del circuito, y á la fuerza contraelectromotriz e', que hemos estudiado en el párrafo precedente. La pérdida de potencial debida á la resistencia del circuito exterior es variable, pues depende del punto de la línea en que se halle el carruaje y de la intensidad de la corriente absorbida por el motor. En la práctica, se complica todavía más el problema, pues los dos motores de cada coche se acoplan en serie ó en paralelo, y además son varios los carruajes que marchan sobre la línea y se hallan en diversos puntos de la misma.

Designemos, poniéndonos en el caso más simple, por

R = resistencia del circuito exterior
r = resistencia interior del motor
e = diferencia de potencial en los terminales del motor
e' = fuerza contraelectromotriz desarrollada por el motor.

Se tiene, cuando el motor está en movimiento:

$$e = e' + r\,I.$$

Con arreglo á la fórmula de Ohm, la intensidad de la corriente que circula por el motor es

$$I = \frac{E - e'}{R}$$

y substituyendo

$$e = e' + r \frac{E - e'}{R}.$$

Ejemplo.—Sea

$e' = 475$ voltios
$E = 550$ ídem
$R = 3$ ohmios
$r = 1{,}15$ ídem.

Se obtendrá

$$e = 475 + 1{,}15 \times \frac{550 - 475}{3} = 503{,}75 \text{ voltios.}$$

VARIACIONES DE LA FUERZA ELECTROMOTRIZ EN LOS TERMINALES DEL MOTOR.—La fórmula precedente

$$e = e' + r \frac{E - e'}{R}$$

puede escribirse en la forma

$$e = \frac{r\,E}{R} + \frac{(R - r)\,e'}{R},$$

la cual permite estudiar el régimen de marcha de un electromotor y reconocer el influjo de las diversas cantidades que entran en dicha fórmula.

Primer caso.—El motor está parado cuando recibe la corriente eléctrica. En esta hipótesis, la fuerza contraelectromotriz e', que depende de la velocidad, es nula, y la fórmula queda reducida á

$$e = \frac{r\,E}{R}.$$

En el valor de R está comprendida, en este caso, la resistencia total del reostato de arranque.

Ejemplo.—Supongamos

$r = 3$ ohmios
$R = 4$ ídem
$E = 550$ voltios.

La diferencia de potencial en los terminales del motor será

$$e = \frac{3 \times 550}{4} = 412 \text{ voltios.}$$

Este descenso de potencial puede observarse por el descenso de la intensidad luminosa de las lámparas del coche al arrancar éste.

Segundo caso.—El motor inicia su movimiento, y, por lo tanto, empieza á ejecutar un trabajo exterior. La fuerza contraelectromotriz e' empieza á crecer, y, como expresa la fórmula, el valor de e crece igualmente.

Ejemplo.—Partiendo de los mismos datos que en el ejemplo anterior, supongamos que, dado el número de revoluciones del motor, el valor de e' llega á 400 voltios. La resistencia R del circuito exterior ha disminuído notablemente, á causa de que se han suprimido las resistencias de arranque. Suponiendo $R = 3{,}45$, se tendrá para valor de la fuerza electromotriz en los terminales

$$e = \frac{r\,E}{R} + \frac{(R - r)\,e'}{R} = \frac{3 \times 550}{3{,}45} + \frac{(3{,}45 - 3)\,400}{3{,}45} = 530 \text{ voltios.}$$

Desde el momento en que el motor ha podido girar y adquirir su velocidad normal, ha crecido la fuerza electromotriz en los terminales del motor; es decir, que, á igualdad de todas las demás circunstancias, al aumentar el número de revoluciones del motor, y, por lo tanto, la fuerza electromotriz inversa, crece la diferencia de potencial en los terminales. Un voltímetro puede servir para comprobar esto mismo perfectamente, y, además, es fácil observar que el brillo de las lámparas del alumbrado crece cuando aumenta la velocidad del coche.

Tercer caso.—El motor gira libremente, sin ejercer trabajo exterior alguno. Esta hipótesis no puede realizarse, pues, por lo menos, el motor, aun en un ensayo de laboratorio, ha de vencer rozamientos. Pero, suponiéndole posible, las fórmulas precedentes indicarían que E, e y e' serían iguales.

Variaciones de la intensidad de la corriente absorbida.—Conocido el valor de e, fuerza electromotriz en los terminales del motor, es fácil deducir los cambios que sufre la intensidad de la corriente absorbida. Dicha intensidad ya dedujimos que estaba expresada por la fórmula

$$I = \frac{e - e'}{r}.$$

Las variaciones de la intensidad dependen, pues, de las fuerzas eléctromotrices directa é inversa. Cuando el motor está parado, la segunda es nula, y la intensidad llega al máximo, si bien esto se halla contrarrestado por las resistencias de arranque. Paulatinamente, á medida que aumenta la velocidad del motor, se suprimen parte de las resistencias de arranque, con lo cual el valor de I no excede de límites admisibles.

Ejemplos.—Sean $r = 3$ ohmios y $e = 412$ voltios, cifras obtenidas de los ejemplos del párrafo precedente. Se deducirá, prescindiendo de las resistencias de arranque, y suponiendo que el motor está parado

$$I = \frac{e - e'}{r} = \frac{412 - 0}{3} = 137 \text{ amperios.}$$

Si el motor gira á la velocidad de régimen, tendremos, según el ejemplo precedente:

$$I = \frac{530 - 400}{3} = 43 \text{ amperios.}$$

Par motor.—Es el producto de la fuerza tangencial por el radio

$$p \text{ (par motor)} = F \text{ (fuerza tangencial)} \times r \text{ (radio).}$$

El *trabajo* del motor, medido sobre el eje ó árbol, será, en una revolución completa:

$$W = F \times 2 \pi r,$$

pero como $p = F r$, este trabajo podrá expresarse

$$W = 2 \pi p \text{ (trabajo en una revolución).}$$

La *potencia* P_u, que es el trabajo en la unidad de tiempo, será el producto de esta cantidad por el número N de revoluciones por segundo:

Se tendrá, por lo tanto

$$P_u = 2 \pi p N,$$

pero como anteriormente habíamos hallado, al tratar de la potencia,

$$P_u = e' I = n N M I,$$

se deduce

$$2 \pi p N = n N M I,$$

y, por lo tanto,

$$p = \frac{n M I}{2 \pi}.$$

Esta fórmula demuestra que el par motor es proporcional á la intensidad de la corriente absorbida, al número de espiras del inducido, n, y al flujo magnético, M.

Ejemplo 1.º—Supongamos que el motor haya de desarrollar una potencia eléctrica útil de 30 caballos, siendo el número de revoluciones del inducido de 6 por segundo. El par motor será

$$p = \frac{P_u}{2 \pi N} = \frac{30 \times 75}{2 \times 3{,}14 \times 6} = 59 \text{ kilográmetros.}$$

Ejemplo 2.º—Sea un motor de las siguientes características:

n (número de espiras del inducido). 220
M (flujo magnético)..... 36×10^6 unidades *C.G.S.*
I (corriente absorbida)..... 45 amp. $= 45 \times 10^{-1}$ unid. *C.G.S.*

Se tendrá:

$$p = \frac{n M I}{2 \pi} = \frac{220 \times 36 \times 10^6 \times 45 \times 10^{-1}}{2 \times 3{,}14} = 567 \times 10^7 \text{ ergs.}$$

Para obtener este valor en kilográmetros dividiremos por $9{,}81 \times 10^7$, resultando, finalmente:

$$p = 57 \text{ kilográmetros.}$$

Esfuerzo en la llanta de las ruedas motrices.—Es la fuerza tangencial, debida al motor, medida en la periferia de las ruedas del carruaje. Si el engranaje que reduce la velocidad del motor posee la relación Q entre el diámetro de la rueda dentada y el del piñón, el par motor del eje de las ruedas será

$$p' = p\, Q \text{ kilográmetros.}$$

Del par motor del eje puede deducirse sencillamente el esfuerzo en la llanta de las ruedas dividiendo el producto anterior por el radio r de dichas ruedas. Llamando F_m á dicho esfuerzo, se tendrá:

$$F_m = \frac{p'}{r} = \frac{p\,Q}{r} \text{ kilogramos.}$$

Ejemplo.—Sea

$$p = 30 \text{ kilógrámetros;}$$
$$Q = 4:1 = 4;$$
$$r = 0{,}40 \text{ metros.}$$

Se deducirá:

$$F_m = \frac{30 \times 4}{0{,}4} = 300 \text{ kilogramos.}$$

Velocidad de los motores.—Al tratar de la fuerza contraelectromotriz dijimos que el valor de ésta podía expresarse por

$$e' = n\,N\,M.$$

Pero también anotamos la expresión siguiente:

$$e' = e - r\,I,$$

de lo cual se deduce

$$n\,N\,M = e - r\,I$$

y

$$N = \frac{e - r\,I}{n\,M}.$$

De esta fórmula puede deducirse la velocidad del motor, así como las variaciones de esta velocidad cuando cambien la intensidad ó el voltaje de la corriente. Se puede observar que, disminuyendo I aumenta el número de revoluciones, tanto porque crece el valor del numerador como porque decrece el denominador; pues M, valor del flujo magnético, depende también de I.

La disminución del voltaje e, admitiendo que la intensidad de la corriente absorbida no varíe, produce también una reducción en el número de revoluciones.

Ejemplo.—Determinar la velocidad del motor partiendo de los datos siguientes:

$$\begin{aligned} e &= 520 \text{ voltios} = 520 \times 10^8 \quad \text{unidades } C.\ S.\ S. \\ r &= 1{,}5 \text{ ohmios} = 1{,}5 \times 10^9 \quad \text{—} \\ I &= 39 \text{ amperios} = 39 \times 10^{-1} \quad \text{—} \\ n &= 220 \text{ espiras} \\ M &\ (\text{flujo magnético}) = 36 \times 10^6 \quad \text{—} \end{aligned}$$

Se deducirá:

$$N = \frac{520 \times 10^8 - 1{,}5 \times 10^9 \times 39 \times 10^{-1}}{220 \times 36 \times 10^6} = 5{,}8 \text{ revoluciones por segundo.}$$

Influencia de las variaciones de voltaje é intensidad en la velocidad y par motor.—Los motores arrollados en serie, que se emplean en los tranvías, sufren en menor escala que los arrollados en derivación la disminución de potencia consiguiente á una caída de voltaje en la línea. Esta cualidad es del mayor interés, pues las líneas de tranvía pueden estar accidentalmente muy cargadas, y en este caso descender notablemente el voltaje, á causa de la resistencia opuesta por el conductor aéreo.

El examen de la fórmula que da la velocidad,

$$N = \frac{e - r\,I}{n\,M},$$

prueba que toda reducción del voltaje e debe producir una disminución del valor del numerador; pero como el flujo magnético M y la intensidad disminuyen también con el descenso de potencial, se aminora en parte el efecto producido por la disminución de e, aunque no tanto que deje de ser marcadísima la influencia de los cambios de voltaje en la velocidad de los coches.

Respecto á la potencia, la fórmula que da el par motor

$$p = \frac{n\,M\,I}{2\,\pi}$$

nos enseña que su valor, para un motor dado, depende de los que adquieran M é I. En los motores arrollados en derivación, al disminuir el voltaje y descender por lo tanto la velocidad, decrece la fuerza contraelectromotriz, aumenta la intensidad de la corriente absorbida, crece la reacción del inducido y decrece el flujo magnético, de tal modo, que el valor del par motor puede llegar á ser inferior al necesario para vencer las resistencias exteriores y pararse el motor. Por este motivo, los motores arrollados en derivación, supuesto el voltaje constante, tienen tendencia á conservar su velocidad normal, aun variando entre límites muy extensos el valor de I.

En los motores arrollados en serie, como la corriente que circula por el inducido, circula al propio tiempo por los inductores, si aumenta I, aumenta también M, y por lo tanto, el par motor crece, con lo cual crece la velocidad y por lo tanto la fuerza electromotriz, hasta que se establece el equilibrio entre el par motor y las resistencias que debe vencer. Por las razones explicadas, se dice que los motores en serie son autorreguladores de potencia y los motores en derivación autorreguladores de velocidad, suponiendo el voltaje constante.

Rendimiento eléctrico de los motores.—Es la relación entre la potencia eléctrica útil del motor y la potencia eléctrica total de la corriente absorbida por el mismo. De ambas cantidades hemos tratado anteriormente, y en vista de las relaciones obtenidas, podemos escribir:

$$\text{Rendimiento eléctrico} = \frac{P_u}{P} = \frac{e' I}{e I} = \frac{e'}{e}.$$

De la última, se deduce que el rendimiento eléctrico de un motor es igual al cociente que resulta de dividir el valor de la fuerza contraelectromotriz por la diferencia de potencial en los terminales del motor.

Tanto el valor de e' como el de e varían con la velocidad del motor y la intensidad de la corriente absorbida, de modo que el rendimiento eléctrico no es una cantidad constante para cada máquina.

Recordando las variaciones de e' y e, ya explicadas, observaremos:

1.° Cuando el motor inicia la marcha, el valor de e' es nulo, de modo que el rendimiento es también nulo.

2.° A medida que el motor adquiere su velocidad normal, el valor de e' crece, con lo cual el rendimiento aumenta también. Cuando $e' = \frac{e}{2}$, el rendimiento es de 50 por 100. La potencia útil es máxima

en este caso, como puede deducirse fácilmente del examen de la fórmula

$$P_u = \frac{e'(e - e')}{r}.$$

Es decir, que un motor no puede desarrollar su máxima potencia sino con la condición de sacrificar el rendimiento.

3.° Creciendo la velocidad del motor, aumentan los valores de e' y e, y, en consecuencia, el rendimiento aumenta también, aunque nunca llega á ser igual á la unidad.

Para ello sería preciso que $e' = e$, lo cual sólo se verifica en el caso, puramente ideal, de que el motor no desarrolle trabajo exterior alguno.

Ejemplo.—Sea

$$e = 450 \text{ voltios}$$
$$I = 45 \text{ amperios}$$
$$r = 1{,}2 \text{ ohmios}$$
$$e' = e - rI = 450 - 1{,}2 \times 45 = 396 \text{ voltios.}$$
$$\text{Rendimiento} = \frac{e'}{e} = \frac{396}{450} = 0{,}88 \text{ (88 por 100).}$$

Si se examina la fórmula que da el valor de P_u, se comprende que la potencia útil de un motor crece cuando disminuye el valor de r, que es la resistencia interior del mismo, lo cual es perfectamente lógico. Pero, para conseguir este resultado, debe emplearse mucho cobre y obtener motores de gran tamaño relativo, que no podrían alojarse en el truck de los carruajes. De aquí que en los tranvías no puedan emplearse motores de gran rendimiento, y menos cuando trabajan á plena carga.

Rendimiento industrial de los motores.—El rendimiento práctico ó industrial de los motores es menor que el rendimiento eléctrico, pues hay otras varias causas de pérdida de energía, además de la debida á la ley de Joule, única que hasta ahora hemos tenido en cuenta. Tales son la disipación debida á la histéresis y la degradación causada por las corrientes de Foucault. Ambas causas son difíciles de calcular teóricamente; de modo, que para obtener el rendimiento industrial no hay más remedio que proceder á ensayos con el objeto de deducir, por medio del freno, la potencia mecánica disponible. Estos ensayos se realizan haciendo que el motor absorba sucesivamente corrientes de 10, 20, 30, etc. amperios, cargando para ello el freno lo que sea necesario.

De este modo se pueden anotar las cifras de la potencia mecánica que corresponde á las sucesivas potencias eléctricas empleadas, siempre man-

teniendo el potencial constante en los terminales del motor, y para cada uno de estos ensayos se calculará el rendimiento industrial, que es el cociente $\frac{P_i}{p}$ de la potencia industrial del motor por la potencia de la corriente absorbida por el mismo.

Debe recordarse que, además de estas pérdidas de índole eléctrica, existen las de orden puramente mecánico, debidas á los rozamientos que

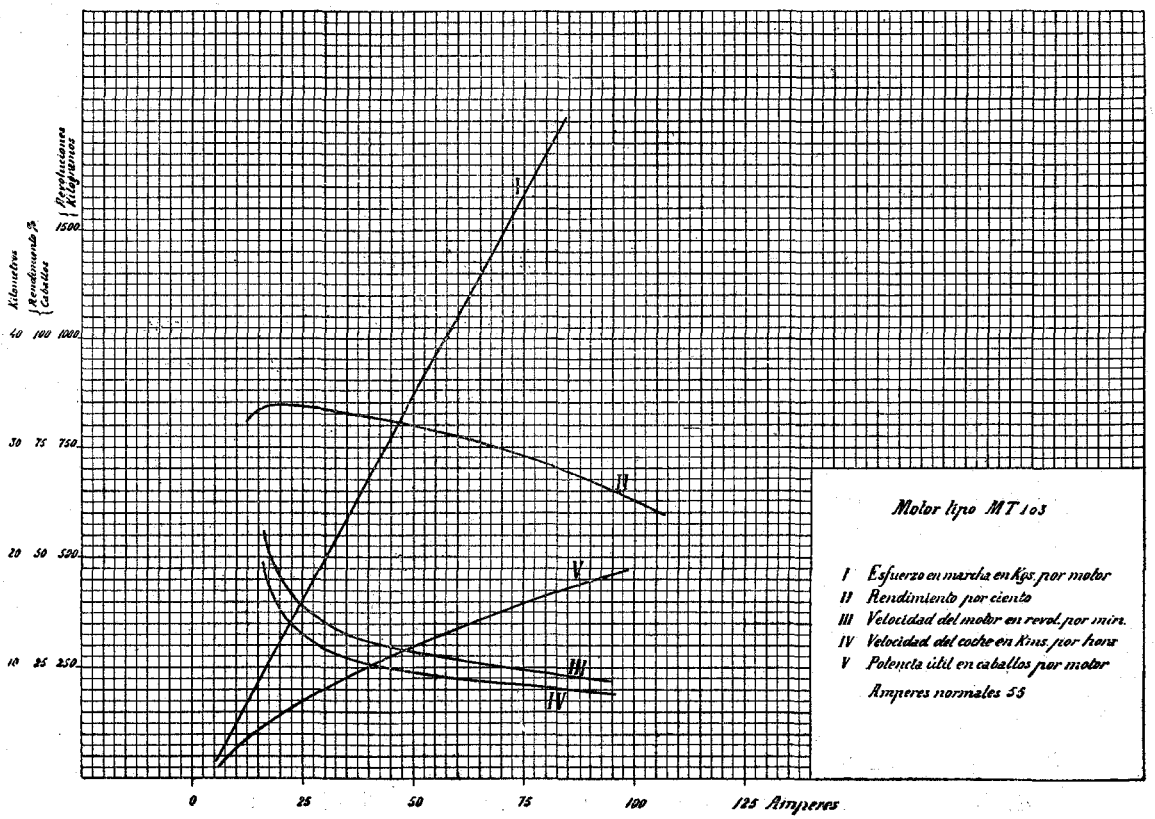


Fig. 46.—Curvas características de un motor eléctrico.

aminoran el esfuerzo total útil, que se desarrolla en la llanta de las ruedas motrices.

Curvas características de los motores.—Los resultados de los ensayos de los motores, suelen consignarse en un cuadro gráfico, en el que, por medio de curvas, se señalan las indicaciones relativas al modo de funcionar aquéllos.

El grabado adjunto (fig. 46), representa las curvas características de

los motores del tranvía de Vallvidrera (Barcelona), construído por *La Industria Eléctrica*. Por el simple examen de estas curvas se deduce que al crecer el número de amperios absorbidos, aumentan el esfuerzo y la potencial útil, y disminuyen el rendimiento, la velocidad del motor y la del coche.

Potencia total.—La potencia total de que debe disponerse en las llantas de las ruedas del coche para que éste marche con una velocidad determinada es igual al producto de la resistencia total de tracción por la velocidad del coche, ó sea:

$$P_t = V \times R_t.$$

Pero como $R_t = P\,(R_g + i)$.

Se obtiene

$$P_t = V \times P\,(R_g + i) \text{ kilográmetros.}$$

En realidad, la potencia desarrollada por los motores debe ser mayor, para tener en cuenta la pérdida de energía en los engranajes y cojinetes.

El ejemplo del párrafo siguiente aclarará el uso de esta fórmula.

Ensayo en plena vía.—Sobre la vía pueden realizarse ensayos que sirvan para determinar las condiciones generales de la tracción con determinado tipo de motores. Para ello es conveniente elegir un tramo de vía recta, de pendiente conocida. La marcha del coche se inicia antes de llegar á este tramo, cuya longitud se tiene medida, para que al llegar á él, la velocidad del carruaje sea normal. Si el ensayo se realiza de modo que el carruaje sea el único que circule por la vía, podrán leerse en los aparatos de la Central, las indicaciones del voltaje é intensidad de la corriente. De no ser así, habrá que colocar en el coche un amperímetro y voltímetro, que es lo más práctico y seguro.

Ejemplo.—Supongamos que el ensayo se realiza sobre un tramo recto de 400 metros de longitud, y con arreglo á los datos siguientes:

Peso del carruaje.....	10.000 kilogramos.
Tiempo invertido en recorrer 400 metros.....	120 segundos, ó sea 3,3 metros por segundo.
Rampa uniforme del tramo recorrido.....	7 por 100.
Tipo de carril: Fénix.	
Número de motores del coche.....	2

Voltaje acusado por el voltímetro.....	525 voltios.
Intensidad total (motores en paralelo).....	70 amperios.
Resistencia total de tracción.....	$R_t = P\,(R_g + i) = 10.000\,(0{,}012 + 0{,}07) =$ $= 820$ kilogramos.
Potencia que es preciso desarrollar.....	$P_t = 820$ kg. $\times$ 3,3 metros $= 2.706$ kg. por 1^s, ó sea $2.706 \times 9{,}81 = 26.545$ vatios.
Potencia eléctrica absorbida.....	525 voltios $\times$ 70 amp. $= 36.750$ vatios.
Rendimiento industrial, teniendo en cuenta todas las pérdidas.....	$\frac{26.545}{36.750} = 0{,}72$ (72 por 100).

El rendimiento industrial, que se deduce del examen de las curvas características de los motores, es algo mayor que el que arrojan los ensayos en plena vía, á causa de que en estos ensayos influyen las pérdidas debidas á los engranajes, cojinetes y demás resistencias pasivas que no se tienen en cuenta en las pruebas, con los motores solos, que se realizan en los talleres.

C.—Adherencia.

Definición.—Digimos que se da este nombre al engrane molecular que se manifiesta entre la llanta de las ruedas y la superficie de los carriles. Este fenómeno es el que hace posible la tracción mecánica ordinaria, que por esta razón se suele llamar también *tracción por adherencia simple*, cuando se quiere distinguirla de otros sistemas de tracción especiales, por ejemplo, por medio de *cremallera* ó carriles dentados.

Peso adherente es el peso del vehículo automotor, ó bien aquella parte de este peso que gravita sobre los ejes motores. Por ejemplo, si un carruaje de tranvía tiene dos ejes, y sobre cada uno de ellos actúa un motor, todo el peso del carruaje será peso adherente. Pero si de los dos ejes sólo uno lleva motor, el peso adherente será nada más que el de la mitad del carruaje que gravita sobre dicho eje motor.

Coeficiente de adherencia es un factor variable, cuyo valor es mayor ó menor según lo sea el engrane molecular que constituye la adherencia.

Cuando los carriles están limpios y secos el coeficiente de adherencia llega á 0,14 y desciende á 0,05 cuando las vías están ligeramente húmedas, formando la humedad, con el polvo de la vía, una pasta resbaladiza.

Llamando A á la adherencia, C_a al coeficiente de adherencia y P_a al peso adherente, se tiene

$$A = P_a \times C_a.$$

Ejemplo.—Un vehículo, cuyo peso total es 12.000 kilogramos y cuyos dos ejes son motores, circula por una vía cuyo estado de limpieza es regular; de modo que el coeficiente de adherencia puede suponerse igual á 0,12. Se tendrá

$$A = 12.000 \times 0,12 = 1.440 \text{ kilogramos.}$$

Relación entre el esfuerzo de tracción y la adherencia.—Si el esfuerzo de tracción, en la llanta de las ruedas motrices, es superior á la adherencia, el engrane molecular al cual es debido el avance del vehículo sobre la vía quedará vencido, y las ruedas girarán sobre sus ejes sin que el carruaje se mueva del mismo punto de la línea. En este caso se dice que las ruedas *patinan.*

Ejemplo.—Supongamos que partimos de los datos del ejemplo, desarrollado al tratar de la *resistencia total* de tracción. Esta resistencia total era de 1.039 kilogramos, es decir, que se necesita un esfuerzo de tracción igual á esta cifra, para vencerla. Siendo el peso del carruaje de 12.000 kilogramos, la adherencia será, para diferentes valores del coeficiente de adherencia, la que se indica:

		Kilgs.
Coeficiente de adherencia = 0,14	$A = 12.000 \times 0,14 =$	1.680
» » = 0,13	$A = 12.000 \times 0,13 =$	1.560
» » = 0,12	$A = 12.000 \times 0,12 =$	1.440
» » = 0,11	$A = 12.000 \times 0,11 =$	1.320
» » = 0,10	$A = 12.000 \times 0,10 =$	1.200
» » = 0,09	$A = 12.000 \times 0,09 =$	1.080
» » = 0,08	$A = 12.000 \times 0,08 =$	960

Se observa, pues, que mientras el coeficiente de adherencia es 0,09 ó superior á esta cantidad, la adherencia resulta (en el caso supuesto), superior al esfuerzo de tracción; pero que si el coeficiente de adherencia

descendiese hasta ser 0,08 ó una cantidad inferior, las ruedas patinarían y la tracción sería imposible.

En este caso no hay otro recurso que aumentar el coeficiente de adherencia, limpiando la vía, ó arrojando sobre ella arena silícea.

Vehículos remolcados.—Cuando un carruaje automotor arrastra uno ó más vehículos, las condiciones de tracción se modifican notablemente.

La resistencia á la tracción crece con el número de carruajes remolcados, lo cual exige el correspondiente aumento del esfuerzo de tracción. Si las condiciones de la línea, por sus grandes rampas, obliga á que dicho esfuerzo sea exagerado, podrá resultar que rebase la adherencia; pues que ésta sólo depende del peso del coche automotor. Si así se verifica, la tracción será imposible. Por este motivo, la tracción eléctrica, en líneas de fuertes rampas, es preferible realizarla con coches sin remolque; y si en algún caso conviene componer trenes de varios coches, lo mejor es que todos sean automotores. El ferrocarril eléctrico de Chamonix, en los Alpes, se halla en este caso; pero, concretándonos á los tranvías, la mejor solución, en las líneas de fuertes rampas, es la de los carruajes independientes.

Ejemplo.—Un carruaje de 12.000 kilogramos arrastra un carruaje de 8.000 kilogramos. Admitamos que el coeficiente de tracción sea de 0,015 y el de adherencia 0,12.

Suponiendo que la rampa máxima de la línea sea $i = 0{,}07$, se tendrá:

$$R_t = (P+P')(f_t+i) = (12.000+8.000)(0{,}015+0{,}07) = 20.000 \times 0{,}085 = 1.700\,\text{k}.$$

La adherencia es

$$A_d = 12.000 \times 0{,}12 = 1.440 \text{ kg}.$$

Resulta, pues, que en las condiciones dichas, el remolque es imposible; pues el esfuerzo de tracción tendría que ser, por lo menos, de 1.700 kilogramos, mientras que la adherencia no pasa de 1.400 kilogramos. Cierto es que, estando la vía en muy buen estado, las ruedas no patinarían; pero se verificaría este fenómeno en cuanto la humedad ú otras causas hicieran descender el coeficiente de adherencia al valor de 0,12 ú otro inferior.

Claro es que, en todos los casos, se podría resolver el problema aumentando el peso del vehículo automotor; pero ésto exigiría un consumo inútil de energía, sin ninguna ventaja práctica. El cálculo demuestra, pues, lo que ya antes se ha dicho, y es, que en líneas de grandes rampas,

hay que prescindir de los coches remolcados y emplear siempre coches automotores, sueltos ó unidos entre sí, según convenga.

Rampas máximas accesibles á los tranvías.—Cuanto mayores son las rampas de una línea más crece la resistencia á la tracción y, por lo tanto, aumenta igualmente el esfuerzo necesario para vencer dicha resistencia. Llega, pues, un límite, á partir del cual el esfuerzo de tracción es superior á la adherencia, y á partir de este límite la tracción resulta imposible ó muy peligrosa.

En realidad, este límite es de carácter práctico, pues depende del coeficiente de adherencia, factor que varía con el estado de los carriles. Suponiendo que el coeficiente de tracción sea 0,015, P el peso del vehículo é I el tanto por ciento de la rampa, se tiene, que en el caso más desfavorable, la adherencia debe ser igual á la resistencia total de tracción

$$A_d = R_t\ t'.$$

Si el coficiente de adherencia se supone de 0,14, se tendrá:

$$P \times 0{,}14 = P\,(0{,}015 + I);$$

$$I = \frac{P \times 0{,}14 - P \times 0{,}015}{P} = 0{,}14 - 0{,}015 = 0{,}125.$$

Resulta, pues, que la rampa máxima, para el coeficiente de adherencia supuesto, es de 12,5 por 100.

El límite admitido es de 12 por 100; pero en San Francisco de California hay un tranvía que tiene 14 por 100 de pendiente.

D.—Energía eléctrica consumida en la tracción sobre una línea.

Bases de este cálculo.—Al efectuar el estudio de una línea de tranvías, uno de los puntos que con más atención deben examinarse es el referente á la energía eléctrica que se consumirá en la explotación. Es de interés el conocimiento previo de la energía absorbida por los carruajes, porque su cuantía influye en el resultado económico de la empresa que se trata de llevar á cabo, y es fundamental para resolver varios problemas técnicos que afectan al proyecto que se trata de ejecutar, como son: potencia de las máquinas que se instalan en la Central, sección

de los conductores aéreos y de los cables que los alimenten, distribución de estos últimos para que la pérdida de potencial, en los puntos de la línea más alejados de la Central, no rebase un límite conveniente; elección de los motores más adecuados para los coches, velocidades en marcha, cuadros de servicio, con la distribución de paradas, y otros varios detalles que se hallan estrechamente ligados á los asuntos que ligeramente se acaban de enumerar.

Las bases de que se dispone para llevar á cabo dicho estudio son el plano y el perfil longitudinal de la línea, de los cuales hay que deducir los datos necesarios para la resolución del problema planteado. Del examen del plano se deducirá cuáles son las curvas de la línea proyectada, la proporción de las alineaciones rectas y curvas; la longitud y radio de estas últimas, en las que los carruajes habrán de moderar su velocidad, así como la longitud de las alineaciones rectas, en las que los coches podrán llegar al límite de velocidad que consientan los motores y aconseje la prudencia ú ordenen los reglamentos. Del análisis del perfil se obtendrán las cifras que indiquen las inclinaciones de las diversas rasantes, las rampas máximas de la línea, la coincidencia de fuertes rampas con curvas de pequeño radio que constituyen un serio obstáculo para la tracción, ó al contrario, las alineaciones rectas y horizontales, que la simplifican en alto grado. La sucesión de las rampas y pendientes permite que en estas últimas, no trabajando los motores, tiendan á enfriarse, lo cual no deja de ser también conveniente observar.

Como, desde luego, se comprende, antes de emprender cálculo alguno, un plano y perfil complicado, con muchas curvas, de radios pequeños, así como con pendientes fuertes, revela una línea de explotación cara y difícil.

En el interior de las poblaciones, raras veces se presentará ocasión de cambiar estas características del problema; y en las líneas interurbanas, habrá que tantear si es conveniente buscar la economía en la explotación, suavizando curvas y pendientes, lo que supone aumento de capital de construcción; ó por el contrario, contentarse con una línea de construcción económica, aunque la explotación resulte algo más cara. En general, para las líneas de tráfico intenso hay que procurar, decididamente; que resulten de explotación económica. En las líneas de tráfico escaso, es quizá conveniente reducir el costo de la construcción aunque la explotación resulte, relativamente, algo más cara.

Intensidad de la corriente absorbida por un coche.—Se deduce fácilmente de las resistencias de tracción en los diversos puntos de la línea. Si ésta es de trazado algo complejo, lo mejor es disponer un cuadro con diversas columnas, tal como el que se inserta adjunto. En la primera

columna figuran las rasantes; en la segunda la clase de alineaciones, rectas ó curvas, que predominan en dichas rasantes; en la tercera las velocidades en kilómetros por hora y en metros por segundo con que se han de recorrer dichas rasantes; en la cuarta los tiempos empleados en recorrerlas; en la quinta las resistencias totales de tracción; en la sexta columna las intensidades de la corriente total absorbida por los motores de los coches, y en la séptima la energía consumida en kilovatios hora.

RASANTES		ALINEACIONES	VELOCIDADES		Tiempos. — Minutos.	Resistencia. — Kilogs.	Intensidades. — Amperios.	Energía — Kw. por 1 h.
Long. en m.	Rampa mm. por m.		Km. por 1 h.	m. por 1 s,				
2.350	0,015	Rectas: 1.150 m. Curvas: 1.200 m. R. m.—50 m.)	16	4,4	9	300	29	2,427

Como quiera que las rasantes inclinadas no exigen gasto alguno de energía eléctrica cuando se recorren en dirección descendente y los tiempos empleados en recorrerlas también varían según que el recorrido sea subiendo ó bajando, es conveniente formar dos cuadros como el indicado, esto es, uno para los viajes hechos en un sentido de la línea y otro para los realizados en sentido opuesto.

Como puede observarse, en la columna de *alineaciones* se indican, para cada rasante, la longitud de las rectas y de las curvas, y para éstas, el radio mínimo dentro de cada rasante.

De la velocidad en kilómetros por hora se deduce la que corresponde en metros por segundo:

$$\frac{16.000}{3600} = 4,4 \text{ metros} \times 1 \text{ segundo.}$$

El tiempo, en minutos, se obtiene también con sencillez:

$$\frac{2350}{4,4 \times 60} = 9 \text{ minutos.}$$

El cálculo de la resistencia total de tracción ha sido resuelto en los problemas de la sección *A* de este mismo capítulo. Aplicaremos, pues, la fórmula

$$R_t = P\,(R\,g + i).$$

En la que P, peso del carruaje, cargado supondremos que es igual á 12.000 kilogramos;

$$i = 0{,}015;$$
$$R_g = 0{,}005 \text{ (carriles Vignole);}$$
$$R_t = 12.000\ (0{,}005 + 0{,}015) = 240 \text{ kilogramos.}$$

Teniendo en cuenta el gran predominio de las curvas, en la rasante, objeto del presente cálculo, supondremos elevada esta resistencia á 300 kilogramos.

La potencia que es preciso desarrollar es

$$P = R_t \times V,$$

y como V, velocidad, suponemos que es 4,4 metros por segundo, tendremos:

$$P_u = 300 \times 4{,}4 = 1320 \text{ kilográmetros,}$$

ó, en vatios,

$$1320 \times 9{,}81 = 12.949 \text{ vatios.}$$

Suponiendo que el rendimiento de los motores sea de 80 por 100, la potencia total necesaria para desarrollar dicho número de vatios, será:

$$P = \frac{12.949 \times 100}{80} = 16.186 \text{ vatios.}$$

Siendo la tensión de la corriente de 550 voltios, la intensidad será:

$$I = \frac{16.186}{550} = 29 \text{ amperios.}$$

Si el coche lleva dos motores, cada uno de ellos absorberá, pues, aproximadamente, 14 amperios.

La energía consumida en el trayecto, en vatios hora, se deducirá, multiplicando la potencia P, en vatios, por $\frac{9}{60}$, número de minutos que dura el trayecto dividido por el número de minutos de una hora. Se tendrá, pues,

$$T = 16.186 \times \frac{9}{60} = 2.427 \text{ vatios hora} = 2{,}427 \text{ kw. h,}$$

Representación gráfica de los resultados obtenidos.—La figura 47 representa el perfil longitudinal de la línea que hemos tomado como ejemplo. La figura 48 está trazada para dar idea de la intensidad que sucesivamente va absorbiendo un coche cuando marcha en el sentido de *A* á *B*. Las ordenadas representan las intensidades, y las abscisas los tiempos, en minutos. No se representa el aumento de corriente debido á los arranques, porque estos son muy variables en los tranvías.

Para tener en cuenta estas y otras causas de error se ha supuesto aumentada, como hemos visto en el ejemplo precedente, la resistencia total de tracción.

En la figura 49 está representado el consumo, igualmente en amperios, suponiendo que el coche recorre el mismo trayecto en el sentido *B A*.

La figura 50 es parte de un gráfico de la marcha de los coches, que se supone que salen cada hora de los extremos de la línea, y emplean en el trayecto 80 minutos. En esta figura, las ordenadas representan tiempos en minutos y las abscisas kilómetros. Los coches se cruzan en *C*, que no corresponde al punto medio de la línea porque la porción *A C* del trazado tiene curvas de menor radio y pendientes más fuertes que la sección *C B*. Lo mismo puede decirse de los cruces en *D* y *E*.

La figura 51 totaliza el consumo de corriente eléctrica en amperios, durante un período de 80 minutos, para el movimiento de coches expresado en el gráfico precedente. Esta figura se ha trazado representando, primero, el consumo del primer coche que marcha de *A* á *B*; adicionando luego el consumo producido por el segundo coche que marcha en el mismo sentido, y luego poniendo, invertido, el que corresponde á los coches que marchan en sentido contrario. Así, por ejemplo, en el minuto 65, el consumo total *a d*, está integrado por los siguientes sumandos.

Primer coche, sentido *A B*, ascendiendo rampa *m n*.....	Consume 36 amperios.
Primer coche, sentido *B A*, ascendiendo rampa *p n*.....	Consume *b c* amperios:
Segundo coche, sentido *A B*, ascendiendo rampa *m n*.....	Consume *c d* amperios.
Segundo coche, sentido *B A*, descendiendo pendiente *r q*.....	No consume corriente.

Potencia de la central.—Los resultados consignados en la figura 51, permiten calcular la potencia de las máquinas generatrices de la Central, para que puedan proporcionar la máxima intensidad de corrien-

PERFIL LONGITUDINAL DE UNA LINEA Y REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CONSUMO DE CORRIENTE

Fig. 47.

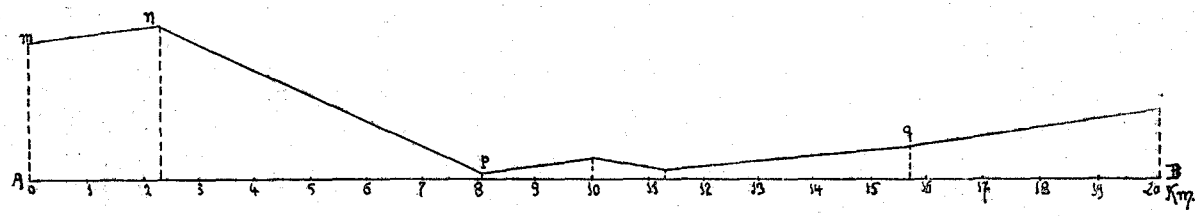


Fig. 48.

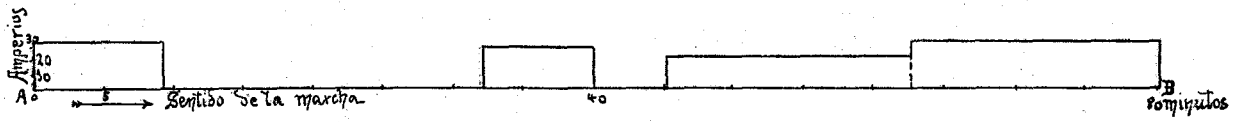


Fig. 49.

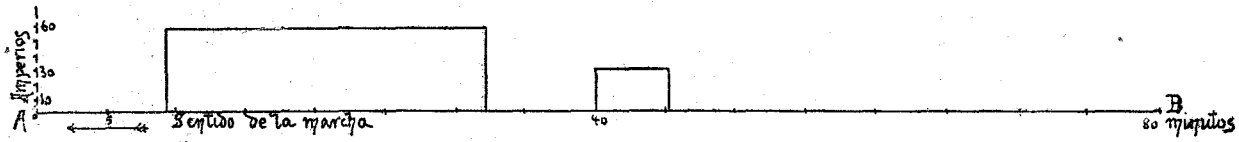


Fig. 50.

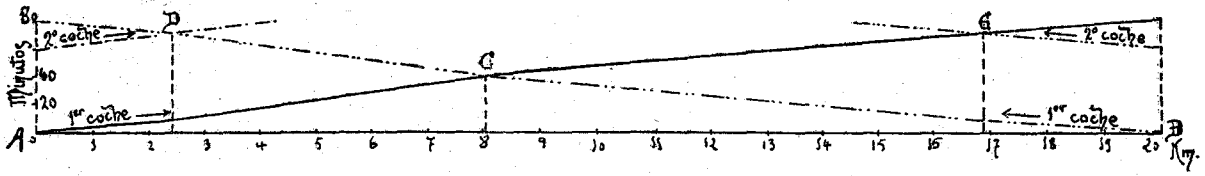
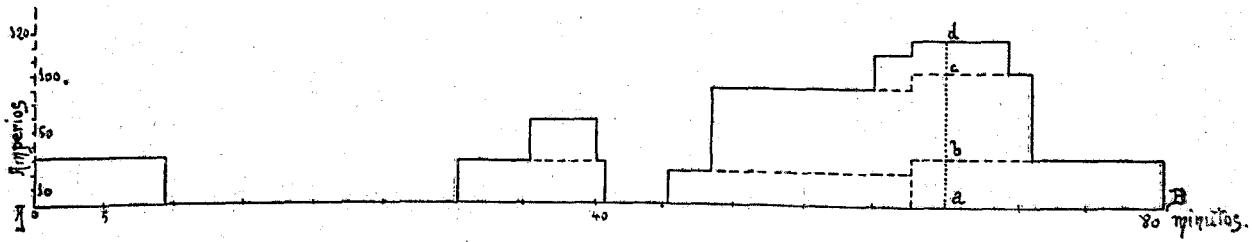


Fig. 51.



te necesaria para el servicio. En la figura no están señalados los arranques de los coches, que, en un momento dado, pueden elevar mucho la intensidad de la corriente absorbida para el servicio. Tampoco en la figura ha podido tenerse presente otra causa de error, y es que, por circunstancias especiales, por alteraciones del servicio, averías, etc., todos los carruajes arranquen á la vez, y lo hagan, varios de ellos, en rasantes en que la rampa es muy fuerte. Si, al calcular la potencia de la Central, hay que tener en cuenta todas estas causas accidentales que pueden elevar mucho, en un momento dado, la intensidad de la corriente necesaria para la explotación, habrá que aumentar la potencia de las máquinas hasta una cifra que no guardará relación con las verdaderas necesidades del servicio.

Tal inconveniente se remedia disponiendo, en paralelo con las máquinas, una batería de acumuladores. En este caso, la potencia de las máquinas en actividad, sólo debe ser la necesaria para proporcionar la corriente de intensidad media que exige el servicio. Cuando las máquinas producen más energía eléctrica que la que es necesaria en aquel momento, la batería de acumuladores recibe el excedente. Si, al contrario, la explotación de la línea demanda una corriente más intensa que la que producen las máquinas generatrices, es la batería de acumuladores la que suministra el exceso.

La batería de acumuladores podría tener el inconveniente de que, según su estado de carga ó descarga, daría una corriente de mayor ó menor tensión, cuya variación influiría en la velocidad de los coches sobre la línea. Esto se evita intercalando, en la Central, entre la barra positiva del cuadro de distribución y el terminal positivo de la batería un grupo elevador reductor de tensión, consistense en una dinamo, movida por un electromotor, cuya dinamo da, en más ó menos, el número de voltios precisos para que las variaciones de tensión de la batería no influyan en la tensión existente en la barras del cuadro de distribución, y, por lo tanto, en la línea.

Con la adición de la batería de acumuladores, no sólo se reduce la potencia de las máquinas necesarias para una explotación determinada sino que el servicio se hace con más regularidad, pues no hay necesidad de suspenderlo mientras se corrijen las pequeñas averías que puedan sobrevenir á dichas máquinas, ni de tener las máquinas en marcha cuando el servicio sobre la línea es muy limitado, como sucede á la madrugada y durante las últimas horas de la noche. La capacidad de la batería de acumuladores ha de ser suficiente para que pueda dar una corriente de descarga bastante para compensar el exceso de corriente absorbida por los coches en los períodos en que este consumo es superior al tipo medio de consumo,

Pérdida de potencial.—La tensión de la corriente eléctrica, que es, por ejemplo, de 550 voltios en la Central ó en los extremos de las arterias que alimentan la red, disminuye á medida que crece el consumo de corriente, en proporción de la longitud de conductor recorrido por dicha corriente. La pérdida de potencial ó de tensión se calcula sencillamente por la fórmula

$$E = R\,I,$$

en la cual E representa la pérdida de potencial, R la resistencia del conductor é I la intensidad de la corriente que recorre dicho conductor aéreo.

El valor de R para los conductores aéreos usados regularmente, es el que sigue:

Diámetro.	Sección.	Resistencia por metro.	Peso por metro.
8 mm.	38,48 mm.²	0,000415 ohmios.	0,342 kilogramos.
9 —	63,62 —	0,000251 —	0,566 —
10 —	78,53 —	0,000203 —	0,699 —

Ejemplo: Supongamos una línea de 1200 metros y de 9 milímetros de diámetro, sobre la cual admitimos que haya un consumo de corriente de 200 amperios. Supondremos el caso más desfavorable, esto es, que esta corriente esté absorbida al extremo de la línea, lo cual exigirá tener en cuenta toda la longitud del conductor. La pérdida de tensión será:

$$E = 0{,}000251 \times 1200 \text{ metros} \times 200 \text{ amperios} = 60 \text{ voltios.}$$

Si el voltaje en el origen del conductor es de 550 voltios, no será más que de $550 - 60 = 490$ voltios en el extremo de la línea, en el caso más desfavorable.

Recuperación de la corriente en las bajadas.—Al recorrer su trayecto en sentido descendente los motores de los coches trabajan como generatrices. La corriente engendrada puede servir para el enfrenamiento eléctrico, para la calefacción del coche, para la carga de acumuladores, y, finalmente, para ser devuelto á la red de donde procede. En los dos últimos casos, la corriente se recupera para los efectos de la tracción.

Prescindiendo de la carga de acumuladores, sistema especial de tracción de que ya trataremos, y que presenta dificultades prácticas importantes, el problema de la recuperación propiamente tal consiste en devolver á la red, en las bajadas, parte de la energía eléctrica que de ella recibió el coche en los trayectos ascendentes.

La recuperación de la energía, realizada en algunos ferrocarriles eléctricos, puede decirse que no se ha conseguido en los tranvías, porque las soluciones propuestas están cuajadas de inconvenientes. Enumeramos los siguientes:

1.° No pueden emplearla los motores arrollados en serie, sino los arrollados en derivación, mucho más delicados que los primeros. En efecto, sólo los motores en derivación trabajan como tales motores ó como generatrices sin necesidad de invertir las comunicaciones de los inductores.

2.° La recuperación exige una velocidad de bajada constante. De lo contrario, el voltaje de la corriente engendrada variaría, y por lo tanto, no podría utilizarse prácticamente.

3.° Dicha velocidad de descenso ha de ser relativamente bastante grande para que el voltaje sea igual al de la red. De ser inferior, hay que crear una red auxiliar, con un conductor aéreo, para absorber la corriente restituída por los motores.

Lo dicho basta, sin entrar en más detalles, para hacer comprender que, en los tranvías propiamente dichos, sujetos á frecuentes paradas y cambios de velocidad, la recuperación eléctrica no puede realizarse con los recursos actuales de la técnica eléctrica.

CAPÍTULO IV

LA CORRIENTE ELÉCTRICA

A.—Generalidades.

Corriente empleada en los tranvías eléctricos.—De ordinario, en los tranvías eléctricas propiamente dichos, suele emplearse la energía eléctrica en forma de corriente continua, de 500 á 550 voltios. En los ferrocarriles eléctricos ó tranvías interurbanos de gran desarrollo se emplean mucho las corrientes alternativas, monofásicas, que si exigen un material algo más complicado, permiten, en cambio, transmitir, con muy poca pérdida, potencias considerables, á muy grandes distancias, empleando cables conductores de escasa sección, y, por lo tanto, muy económicos, gracias á que dichas corrientes alternativas son de tensión elevadísima.

En el presente estudio se prescinde de lo relativo á las corrientes alternativas; pues, como hemos dicho; en los tranvías eléctricos es de uso general la corriente continua de unos 500 voltios.

Red de distribución.—Para transmitir la energía eléctrica á los diversos carruajes que circulan por la línea, es preciso disponer una red de distribución, más ó menos sencilla, según lo sea el trazado y número de las vías que la deben utilizar.

De la Estación Central parten uno ó varios *feeders* ó arterias de alimentación que van á parar á las diversas secciones de la línea, y en estas secciones hay conductores, por lo regular aéreos, pero á veces también subterráneos, de los que toman la corriente los motores de los carruajes. Al salir de los motores la corriente regresa á la Central, siguiendo los carriles de la vía, á los cuales van á parar también, cuando se trata de redes complejas de las grandes poblaciones, arterias de retorno.

El estudio de la distribución de la corriente eléctrica á los carruajes comprende, pues, lo relativo al número y disposición de las arterias; al condutor, aéreo ó subterráneo, de donde los coches toman la corriente; á la disposición de los coches para realizar la toma de la corriente, y al re-

torno de la misma á la Estación Central por los carriles de la vía. Estos asuntos, y los detalles con ellos directamente relacionados, constituyen el objeto del presente capítulo.

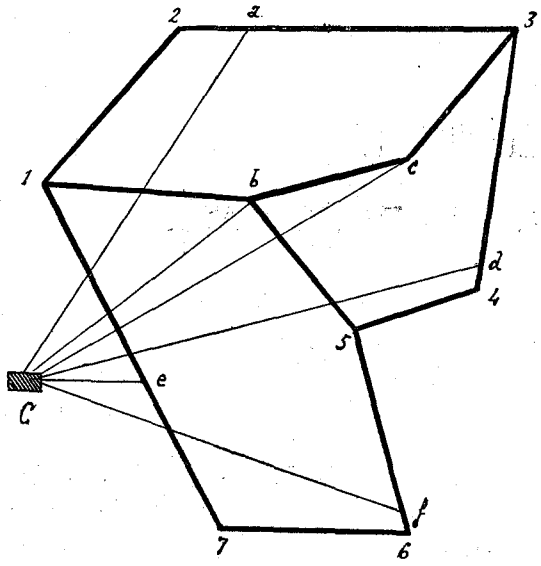


Fig. 52.—Distribución poligonal.

Arterias.—Hemos dicho que de la Estación Central salen uno ó más conductores de alimentación, llamados *feeders* ó arterias, que van á parar á las diversas secciones de la red.

Estos conductores parten de la barra positiva del cuadro de distribución de la Central, en la cual hay un *cuadro de arterias*, en el que, para cada conductor hay un amperímetro, un interruptor de máxima, un interruptor de mano y, á la salida, un pararrayos. Con la disposición indicada, es fácil observar en todos los momentos la intensidad de la corriente absorbida por cada arteria, y si un circuito corto se manifiesta en la sección alimentada por ella, el disparo del interruptor automático la aisla inmediatamente. Conviene que, al dispararse el interruptor automático suene un timbre dispuesto al efecto, para advertir inmediatamente al personal de servicio. Es también conveniente que cada arteria tenga su contador.

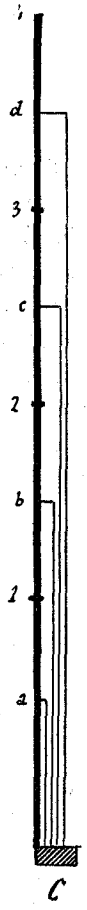


Fig. 53. Distribución longitudinal

El número y sección de las arterias depende de la extensión de la red, del número de los carruajes que circulan por sus diversas zonas y de la potencia de los motores instalados en dichos carruajes. De estos datos se deduce la intensidad mecánica que podrá absorber una zona, con lo cual será ya fácil calcular la sección del cable más conveniente para cada arteria.

La red de líneas de tranvía puede afectar una forma poligonal, como representa la figura 52, ó bien desarrollarse longitudinalmente, como indica la figura 53. En el primer caso las arterias siguen los caminos más cortos, tales como *Ca*, *Cb*, *Cc*, *Cd*, desde la Central á los puntos de alimentación de las secciones. En el se-

gundo caso, las arterias siguen un camino paralelo á la línea, y en el caso de estar constituídas por conductores aéreos se apoyan en los mismos postes que el conductor del trabajo. En la red de la figura 52, la arteria *Ca* alimenta la sección *1-2-3*, separada de las contiguas en los extremos *1* y *2*. En la figura 53 la arteria *Cc* alimenta la sección *2-3*. Para aislar unas de otras las secciones contiguas se emplean los *aisladores de sección*, de que se hablará más adelante.

Para calcular el diámetro, ó mejor la sección transversal que hay que dar á la arteria, se procede del siguiente modo:

Supongamos que el consumo en la sección de la red alimentada por la arteria de que se trata sea de 200 amperios. La tensión en la Central de 550 voltios y de 500 en los motores de los coches. Hay, pues, una pérdida de potencial, admitida como máxima, de 50 voltios, de los cuales supondremos que 25 voltios se han de perder en la arteria.

De la fórmula que da la pérdida ó caída de potencial

$$P = R \times I,$$

deduciremos

$$R = \frac{P}{I} = \frac{25}{200} = 0{,}125 \text{ ohmios.}$$

Supongamos que la arteria tenga una longitud L de 1.500 metros. La sección se calculaaá por la fórmula

$$S = \frac{0{,}017}{R} \times L.$$

en la que 0,017 es la resistencia por metro de un conductor de un milímetro cuadrado de sección. En nuestro caso se tendrá

$$S = \frac{0{,}017}{0{,}125} \times 1.500 = 204 \text{ mm}^2.$$

Elevadores de tensión.—A veces hay que emplear arterias muy largas y que han de transmitir corrientes de mucha intensidad. Para que la pérdida de potencial no sea en ellas muy grande, es preciso adoptar conductores de sección muy crecida, lo que supone un gasto de instalación importante. En estos casos puede estudiarse si conviene más elevar la tensión de la corriente en dicha arteria, con lo cual podrá emplearse

un conductor de sección más pequeña. Para forzar ó elevar la sección en una ó más arterias, conviene disponer en la Central un *elevador de tensión*, formado por un electromotor y una dinamo. La corriente que va á parar á la arteria de que se trata, circula por el inducido de la dinamo. con la cual está en serie. El voltaje de la dinamo se suma al de la corriente ordinaria de la Central. Por ejemplo, si la Central suministra la corriente á 550 voltios, y la dinamo da un voltaje de 50 voltios, la corriente que irá á parar á la arteria será de 600 voltios, con lo cual, en momento de mucha corriente absorbida por la línea, podrá haber una pérdida de potencial de 100 ó más voltios, sin que se resientan gran cosa los motores de los coches por esta pérdida de voltaje.

Cajas de distribución.—En el extremo de cada arteria hay el enlace de esta arteria con el conductor de trabajo de la sección respectiva. Este enlace se efectúa por el intermedio de un interruptor, un cortacircuito fusible y un pararrayos. Todo ello, ó por lo menos el interruptor y la pieza fusible, va encerrado dentro de una caja de fundición. Nada tan fácil, de este modo, que aislar de la red alguna sección del conductor de trabajo cuando alguna avería lo haga preciso.

Estas cajas deben estar bien ventiladas, á fin de evitar el exceso de calor que podría producirse en los contactos de los interruptores.

A veces á una misma caja van á parar las arterias de varias secciones concurrentes, y en este caso cada arteria tiene su interruptor, pieza fusible y pararrayos.

En algunos casos hay en la caja un aparato telefónico, á fin de que el personal de la línea puede comunicar al de la Central los avisos que convenga.

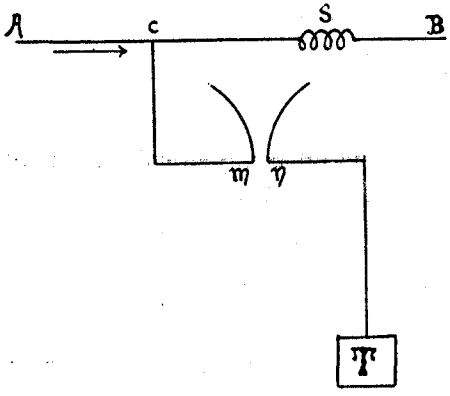


Fig. 54.—Pararrayos de antena.

Pararrayos.—Para proteger al alambre de trole de las descargas atmosféricas, que siguiendo el excelente camino que ofrece el conductor podría dañar á los carruajes ó á las máquinas de la Central, empléanse pararrayos de diferentes clases.

Uno de los más usados es el que representa la figura 54. Está constituído por dos varillas de cobre, arqueadas en forma de cuernos, de tal manera que mientras que en la parte inferior se hallan separadas por un espacio de cinco milímetros, la distancia entre ellas va creciendo hacia la parte alta. Este para-

rrayos se monta, como todos ellos, en la forma que expresa la figura citada. *A B* es el conductor aéreo; *C-m-n-T* es el camino que sigue la descarga atmosférica, que por su elevada tensión salta el espacio *m n*, para dirigirse á la tierra. En el caso de formarse un arco entre *m* y *n*, el aire calentado por este arco tiende á elevar dicho arco hacia la parte superior del pararrayos, con lo cual, al aumentar de longitud, llega á romperse.

A pesar de que, como hemos dicho, tiende á romperse espontáneamente el arco formado entre los puntos *m* y *n*, es muy común colocar en los pararrayos un electroimán, alimentado por la corriente de descarga á tierra. De este modo, si el arco llega á formarse, el electroimán queda excitado, y el flujo magnético, al atravesar (fig. 55) el referido arco, lo apaga.

Si el pararrayos se monta cerca de la Central, se hace que el cable dé varias vueltas sobre sí mismo, formando una auto inducción. Las descargas atmosféricas, de alta frecuencia, pasan difícilmente á través de esta auto inducción y prefieren salvar la interrupción *m n*. En cambio, la corriente del tranvía pasa sin obstáculo á través de *s*, y halla en *m n* una valla infranqueable.

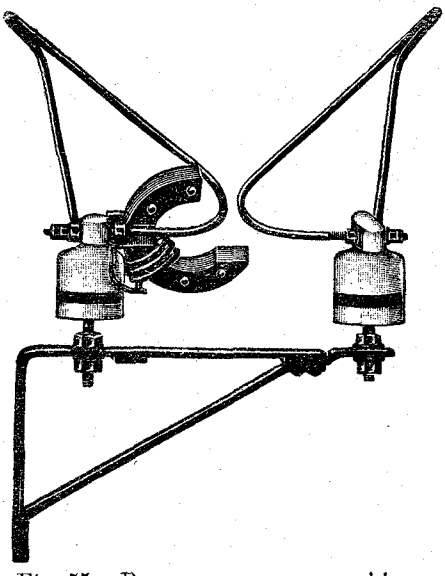


Fig. 55.—Pararrayos con apagachispas magnético.

La plancha de tierra, necesaria en todo sistema de pararrayos, puede substituirse por una buena comunicación con los carriles, salvo en el caso de que estos se hallan aislados del terreno.

En general se considera que una línea aérea está suficientemente protegida, siempre que tenga dispuestos buenos pararrayos cada 500 á 1.000 metros en el campo, y cada 1.500 á 2.000 metros en el interior de las poblaciones. Además, hay que establecer pararrayos en los puntos de entrada del conductor en los locales de la Central ú otros edificios.

B.—Distribución de la corriente por conductor aéreo.

Línea de trabajo.—En este sistema, el conductor está constituído por un alambre de cobre suspendido sobre la vía por medio de palomillas, las cuales á su vez están firmes sobre una fila de postes colocados á lo largo de

la vía y á la distancia necesaria para que no haya peligro para los viajeros.

En este caso, los carruajes reciben la corriente por medio del *trole,* larga barra de hierro colocada sobre la cubierta del coche, provista en su extremo de una ruedecilla de cobre, que gira aplicándose sobre la parte inferior de la línea de trabajo.

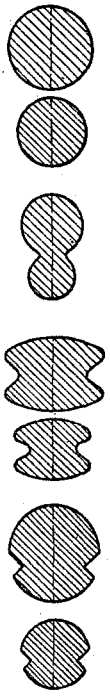


Fig. 56. Tipos de sección del alambre conductor.

Este sistema, por su fácil instalación y por la sencillez con que de ordinario pueden corregirse las averías que en él se manifiestan, es el más generalmente adoptado en la instalación de los tranvías eléctricos.

Siempre que es posible, el conductor está colocado sobre el eje mismo de la vía; pero á veces, por las condiciones del trazado, no es esto posible, y entonces queda á un lado de aquélla. La situación central es mucho más conveniente que la lateral, pues con la primera no es tan fácil que la rueda del trole salte del alambre como con la segunda. La presión de la rueda del trole se manifiesta exclusivamente de abajo arriba en la situación central, mientras que en la lateral la presión se ejerce de costado y de abajo arriba, y cada vez que la rueda del trole llega á las piezas de suspensión del conductor se presenta una resistencia brusca, que hace saltar á dicha rueda.

Datos generales relativos al alambre conductor.—El alambre que constituye la línea aérea de trabajo es de cobre electrolítico, de alta conductibilidad, estirado y algo endurecido para que resista bien el desgaste que tiende á producir en él la marcha del trole.

El diámetro del alambre á que nos referimos puede variar entre 7 y y 10 milímetros; pero lo usual es emplearlo de 8 á 9 milímetros.

La figura 56 representa la sección de diversos tipos de alambre conductor. Los de sección no circular se emplean con el objeto de conseguir un enlace más perfecto entre el alambre aéreo y las piezas que lo soportan. A pesar de esta ventaja, su empleo no se ha generalizado mucho.

Las secciones, pesos y resistencias óhmicas que corresponden á los alambres circulares de 7 á 10 milímetros, son los siguientes:

Diámetro.	Sección.	Peso por metro.	Resistencia en ohmios por kilómetro.
7 mm.	38 mm.^{2}	0,342 kilogramos.	0,41
8 —	50 —	0,447 —	0,31
9 —	63 —	0,566 —	0,25
10 —	78 —	0,699 —	0,20

La resistencia á la ruptura de los alambres de cobre sometidos á esfuerzos de extensión es de 40 á 45 kilogramos por milímetro cuadrado. Pero en los cálculos relativos al establecimiento de líneas aéreas se aceptan tensiones límites que no pasen de $\frac{1}{6}$ de la carga de ruptura de los alambres, es decir, unos 7 kilogramos por milímetro cuadrado. En los empalmes, soldados, de las diversas porciones del alambre conductor hay un punto débil, de manera que en tales partes no puede contarse con una tensión de ruptura superior á 30 ó 35 kilogramos por milímetro cuadrado.

En todos los cálculos relativos al alambre de cobre debe tenerse en cuenta que E, coeficiente de elasticidad, es de 12.000 kilogramos por milímetro cuadrado (1).

El coeficiente de alargamiento elástico λ es 0,000078 para extensiones de 1 kilogramo por milímetro cuadrado de sección.

El coeficiente de dilatación lineal α, para un 1° centígrado de variación de temperatura, es 0,000017.

Relación entre la flecha y la tensión del conductor.—El alambre, tendido entre dos puntos de apoyo A y B (fig. 57), toma la forma de la curva catenaria; pero en los cálculos prácticos, se supone que afecta la forma de una parábola, pues ambas curvas, en el caso de que tratamos, difieren muy poco entre sí, y la ecuación de la segunda es más sencilla que la de la primera.

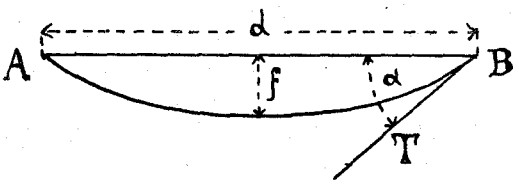


Fig. 57.—Flecha de la línea de trabajo.

Suponiendo que los dos puntos fijos A y B se hallan en la misma línea horizontal, la tensión total T del alambre adquiere el valor

$$T = \frac{d\,P}{2 \text{ tang } \alpha}, \qquad [1]$$

siendo d la separación de los apoyos, P peso del metro lineal de alambre y α el ángulo de la tangente á la curva en uno de los puntos de apoyo con la horizontal.

(1) Coeficiente de elasticidad es la fuerza de extensión, teórica, que sería necesaria para que el alambre que la sufriese quedase alargado hasta tener una longitud doble de la primitiva.

Por otra parte, en la misma curva catenaria se verifica.

$$2f = \frac{d}{2} \text{ tang } \alpha, \qquad [2]$$

siendo f la flecha.

Y sustituyendo en [1] el valor de tangente d deducido de la [2], se obtiene, finalmente:

$$T = \frac{d\,P}{\frac{2 \times 4f}{d}} = \frac{d^2\,P}{8f}. \qquad [3]$$

Esta expresión puede también tomar la forma

$$f = \frac{d^2\,P}{8\,T}, \qquad [4]$$

Llamando

p = peso del alambre por milímetro cuadrado de sección;
s = sección del alambre en milímetros cuadrados;
t = tensión del alambre por milímetro cuadrado.

La fórmula [4] puede escribirse del siguiente modo:

$$f = \frac{d^2 \,.\, p \,.\, s}{8 \,.\, t \,.\, s} = \frac{d^2\,p}{8\,t},$$

y como $p = 0{,}0009$ kilogramos, resulta:

$$f = \frac{d^2 \times 0{,}0009}{8\,t} = 0{,}001125\,\frac{d^2}{t}. \qquad [5]$$

Ejemplo.—Supongamos que, para una separación de apoyos $d = 50$ metros, se desea que la tensión del alambre sea de 4 kilogramos por milímetro cuadrado, la flecha correspondiente será:

$$f = 0{,}001125\,\frac{50^2}{4} = 0{,}70 \text{ metros.}$$

Deduciendo de la expresión [5] el valor de t en función de f, resulta:

$$t = 0{,}001125 \frac{d^2}{f}, \qquad [6]$$

Ejemplo.—Supongamos que, para una separación de apoyos de 40 metros, deseamos que la flecha sea de 0,50 metros. La tensión del alambre será:

$$t = 0{,}001125 \frac{40^2}{0{,}50} = 3{,}6 \text{ kg. por mm}^2.$$

En la tabla siguiente están reunidos los resultados de estos cálculos para distintas flechas y separaciones de apoyo:

f metros.	$a = 30$ m.	$a = 40$ m.	$a = 50$ m.	$a = 60$ m.	$a = 70$ m.
0,30	3,4	6,0	9,4	13,5	18,4
0,40	2,5	4,5	7,0	10,1	13,8
0,50	2,0	3,6	5,6	8,1	11,0
0,60	1,7	3,0	4,7	6,8	9.2
0,70	1,5	2,6	4,0	5,8	7,9
0,80	1,3	2,3	3,5	5,1	6,9
0,90	1,1	2,0	3,1	4,5	6,1
1,00	1,00	1,8	2,8	4,1	5.5

VARIACIONES DE LA TENSIÓN DEL ALAMBRE PRODUCIDAS POR LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA.—Cuando aumenta ó disminuye la temperatura atmosférica, el alambre se dilata ó contrae, y estos cambios de longitud determinan variaciones de la tensión que sufre aquél, cuyas variaciones pueden revestir importancia, particularmente cuando sobrevienen temperaturas muy bajas.

El aumento ó disminución de longitud del alambre, debido exclusivamente al cambio de temperatura, es fácil de calcular.

Sea L su longitud, en metros, θ la variación de la temperatura en grados centígrados, y α el coeficiente de dilatación lineal, cuyo valor ya

hemos dicho que es 0,000017. La longitud L', que tomará el alambre se puede calcular por medio de la fórmula

$$L' = L\,(1 + \alpha\,\theta). \qquad [7]$$

Si la temperatura ha descendido, el término $\alpha\,\theta$ será negativo y L' resultará menor que L.

Ejemplo.—Sea $L = 40$ y el descenso de la temperatura de 10°. Se tendrá:

$$L' = 40\,(1 - 0{,}000017 \times 10) = 40 \times 0{,}99983 = 39{,}9932 \text{ metros.}$$

La reducción de longitud ha sido, pues, de unos siete milímetros.

Pero, en realidad, el asunto es más complejo de lo que á primera vista parece. Si suponemos un alambre tendido entre dos puntos fijos A y B sufriendo una tensión inicial T, al producirse un descenso de temperatura el citado alambre tiene tendencia á acortarse. Si, en estas condiciones, pudiera aflojarse el amarre A, por ejemplo, y ceder los pocos milímetros que el alambre haya podido encogerse, las condiciones de equilibrio quedarían restablecidas, y el alambre seguiría sufriendo la misma tensión T. Pero, como suponemos fijos los puntos A y B, el alambre no puede encogerse libremente, sino que ha de vencer una resistencia proporcionada á la reducción de longitud que habría de experimentar por el descenso de temperatura y la elasticidad propia del metal de que está fábricado el alambre.

La variación de longitud y de tensión están ligados por la ley.

$$L'' = L'\,[1 + \lambda\,(T' - T)] \qquad [8]$$

siendo L' la longitud primitiva, L'' la longitud resultante, λ el coeficiente de elasticidad y $T' - T$ la diferencia entre la tensión final y la tensión inicial. Un ejemplo numérico hará comprender que á una ligerísima variación de longitud corresponde una variación de tensión que puede ser importante.

Sea, en efecto,

$$L' = 40 \text{ metros}$$
$$L'' = 40{,}007 \text{ ídem}$$
$$\text{y como } \lambda = 0{,}000078,$$

se tendrá, despejando $T' - T$.

$$L'' = L' + L'\lambda(T' - T). \qquad L'' - L' = L'\lambda(T' - T).$$

$$T' - T = \frac{L'' - L'}{L'\lambda} = \frac{40{,}007 - 40}{40 \times 0{,}000078} = \frac{0{,}007}{0{,}00312} = 2{,}2 \text{ kg.}$$

La variación de longitud de cinco milímetros, en un alambre de 40 metros de longitud, representa, aproximadamente, una variación de tensión de 2,2 kg. por milímetro cuadrado.

El estudio analítico del problema de averiguar el cambio de tensión que sufre un alambre sujeto á dos puntos fijos cuando sufre dicho alambre un cambio de temperatura se complica, porque si, por ejemplo, la temperatura baja el alambre se encoge, y al encogerse sobreviene un aumento de tensión que á su vez determina el alargamiento del alambre. Hay, por lo tanto, una oposición de fenómenos, estrechamente unidos entre sí, que dificultan el problema.

Sin embargo, puede éste resolverse del siguiente modo

De las ecuaciones antes citadas, [7] y [8]

$$L' = L(1 + \alpha\theta)$$
$$L'' = L'(1 + \lambda[T'' - T])$$

se obtiene, substituyendo en la segunda, el valor L' de la primera.

$$L'' = L(1 + \alpha\theta)(1 + \lambda[T'' - T]). \qquad [9]$$

Por otra parte de la ecuación de la parábola (que en la práctica, y para mayor sencillez, ya hemos dicho que se substituye á la de la catenaria), se deduce:

$$L = d + \frac{8f^2}{3d} \qquad [10]$$

y como ya vimos en la expresión [4],

$$f = \frac{d^2 P}{8T} \qquad [11]$$

substituyendo este valor en la expresión [10], se obtiene:

$$L = d + \frac{8\left(\frac{d^2 P}{8T}\right)^2}{3d} = d + \frac{8d^4P^2}{3 \times 64\, d T^2} = d + \frac{d^3 P^2}{24 T^2} \qquad [12]$$

y, del mismo modo, puede escribirse:

$$L'' = d + \frac{d^3 P^2}{24\, T''^2} \qquad [13]$$

Ahora bien, desarrollando la expresión [9] se deduce,

$$L'' = (L + L\alpha\theta)\,(1 + \lambda\,[T' - T]) = L + L\,\lambda\,[T' - T] + L\,\alpha\,\theta + L\,\alpha\theta\,\lambda\,[T' - T]$$

y despreciando el último término por ser su valor muy pequeño comparado con los anteriores, resulta

$$L'' = L + L\,\lambda\,[T' - T] + L\,\alpha\,\theta.$$

y finalmente,

$$L'' - L = L\,(\alpha\,\theta + \lambda\,[T' - T]) \qquad [14]$$

También se deduce, de las expresiones [12] y [13]

$$L'' - L = \frac{d^3 P^2}{24}\left(\frac{1}{T'^2} - \frac{1}{T^2}\right). \qquad [15]$$

Igualando los [14] y [15] se obtiene

$$L\,(\alpha\,\theta + \lambda\,[T' - T]) = \frac{d^3 P^2}{24}\left(\frac{1}{T'^2} - \frac{1}{T^2}\right) \qquad [16]$$

y como quiera que, para los casos de la práctica, la longitud L del conductor difiere muy poco del valor d, distancia entre los puntos de amarre, podrán suponerse iguales dichas cantidades, y dividiendo por L el primer miembro de la ecuación [16] y por d el segundo miembro, resulta

$$\alpha\,\theta + \lambda\,[T' - T] = \frac{d^2 P^2}{24}\left(\frac{1}{T'^2} - \frac{1}{T^2}\right)$$

y despejando θ

$$\theta = \frac{1}{\alpha}\left[\frac{d^2 P^2}{24}\left(\frac{1}{T'^2} - \frac{1}{T^2}\right) - \lambda\,(T' - T)\right].$$

Agrupando, en el segundo miembro, los términos que tienen T' en el minuendo y los que contienen T en el sustraendo, resulta:

$$\theta = \frac{1}{\alpha}\left(\frac{d^2 P^2}{24\, T'^2} - \lambda\, T'\right) - \frac{1}{\alpha}\left(\frac{d^2 P^2}{24\, T^2} - \lambda\, T\right) \qquad [17].$$

Como puede observarse, el minuendo y sustraendo son expresiones de la misma forma, y funciones de la tensión T' ó T. Las demás cantidades que entran en ellas son constante en cada caso práctico.

Construyendo, para un valor dado de d, y de P, una curva de la forma

$$y = \frac{1}{\alpha}\left(\frac{d^2 P^2}{24\, T^2} - \lambda\, T\right)$$

se tendrán los elementos necesarios para poder deducir, por diferencia de ordenadas, la variación de tensión que corresponda á un supuesto cambio de temperatura.

A título de ejemplo calcularemos esta curva para una separación de apoyos de 40 metros, y suponiendo que el peso del metro lineal del alambre de cobre de un milímetro cuadrado de sección sea de 0,009 kilogramos.

Los datos son, pues:

d = 40 metros,
P = 0,009 kilogramos,
α = 0,000017,
λ = 0,000078.

Si $T = 1$, se tendrá:

$$y = \frac{1}{0{,}000017}\left(\frac{40^2 \times 0{,}009^2}{24 \times 1^2} - 0{,}000078 \times 1\right) = 313.$$

Igualmente, para

$T = 2$	$y = 70{,}2$
$T = 3$	$y = 21{,}5$
$T = 4$	$y = 1{,}5$
$T = 5$	$y = -10{,}2.$
$T = 6$	$y = -18{,}7.$

$T = 7$	$y = -25{,}6.$
$T = 8$	$y = -31{,}7.$
$T = 9$	$y = -37{,}5.$
$T = 10$	$y = -42{,}7.$

La curva de la figura 58 se ha construído con estos resultados, empe-

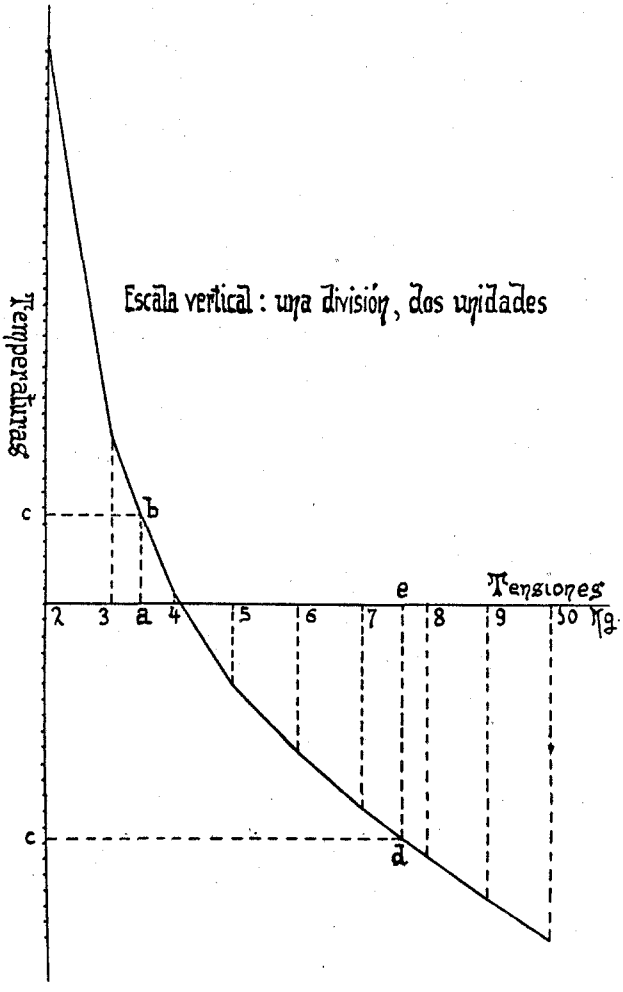


Fig. 58.—Relación de las tensiones y las temperaturas del conductor aéreo.

zando con el valor correspondiente á $T = 2$, para no aumentar, con el que corresponde á $T = 1$, las dimensiones de dicha figura, sin utilidad práctica alguna, pues el valor de $T = 1$ supone que los alambres están demasiado flojos.

Esta curva se usa del modo siguiente: Supongamos un alambre cuya tensión inicial es 3,5 kilogramos por milímetro cuadrado y que este alambre sufre una disminución de temperatura de 40°. La abcisa 3,5 corresponde al punto *a*, y levantando la ordenada correspondiente nos da el punto *b* de la curva, correspondiente á la temperatura inicial *c*. De *c* á *c'*, con arreglo á la escala, tomaremos la supuesta diferencia de 40°, que llevados á la curva nos dan el punto *d*, al que corresponde una tensión *e*, de 7,70 kilogramos. El alambre, que sufría una tensión de 3,5 kilogramos, soporta ahora la de 7,70 kilogramos por milímetro cuadrado.

Las tablas adjuntas, tomadas de la obra de R. V. Picou, *Canalisations électriques*, están calculadas por medio de curvas como la explicada, para separación de postes de 40, 50, 60, 70 y 80 metros.

Tabla I.

Separación de los postes = 40 metros.

θ =	T =						
	2,0	**2,5**	**3,0**	**3,5**	**4,0**	**4,5**	**5,0**
10° c.	2,15	2,80	3,45	4,00	4,90	5,60	6,20
15	2,25	2,90	3,70	4,40	5,40	6,20	7,00
20	2,35	3,10	3,95	4,90	6,10	7,00	7,90
25	2.45	3,25	4,40	5,50	6,80	7,90	8,80
30	2,56	3,45	4,85	6,00	7,60	8,70	9,70
35	2,68	3,70	5,45	6,90	8,50	9,60	»
40	2,80	4,00	6,00	7,70	9,50	»	»
45	2,90	4,50	6,90	8,50	»	»	»
50	3,05	5,00	7,80	9,50	»	»	»

Tabla II.

Separación de los postes = 50 metros.

θ =	T =						
	2,0	**2,5**	**3,0**	**3,5**	**4,0**	**4,5**	**5,0**
10° c.	2,10	2,70	3,30	4,00	4,60	5,20	6,00
15	2,15	2,80	3,40	4,20	4,90	5,70	6,70
20	2,20	2,95	3,60	4,40	5,40	6,30	7,30
25	2,25	3,10	3,80	4,80	5,90	6,90	8,00
30	2,30	3,20	4,10	5,20	6,50	7,50	8,70
35	2,35	3,30	4,30	5,70	7,10	8,40	9,60
40	2,40	3,50	4,60	6,20	7,80	9,00	»
45	2,45	3,70	4,90	6,90	8,50	10,00	»
50	2,50	3.90	5,40	7,50	9,40	»	»

Tabla III.

Separación de los postes = 60 metros.

θ =	T =						
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
10° c.	2,15	2,70	3,20	3,80	4,50	5,10	5,80
15	2,30	2,85	3,30	4,00	4,70	5,50	6,20
20	2,45	2,95	3,50	4.30	5,10	6,00	6,70
25	2,55	3,05	3,60	4,50	5,50	6,50	7,30
30	2,65	3,20	3,80	4,80	5,90	7,10	8,00
35	2,75	3,30	4,00	5,10	6,40	7,70	8,80
40	2,85	3,40	4,20	5,50	6,90	8,40	9,70
45	2,95	3,60	4,40	6,00	7,60	9,20	»
50	3,05	3,75	4,70	6,50	8,20	»	»

Tabla IV.

Separación de los postes = 70 metros.

θ =	T =				
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
10° c.	3,10	3,70	4,50	5,00	5,50
15	3,20	3,80	4,70	5,20	5,90
20	3,30	4,00	4,90	5,50	6,30
25	3,40	4,20	5,10	5,90	6,80
30	3,50	4,30	5,40	6,30	7,30
35	3,60	4,50	5,70	6,80	7,80
40	3,70	4,70	6,10	7,30	8,40
45	3,80	5,00	6,60	7,90	9,00
50	3,90	5,20	7,10	8,40	9,90

Tabla V.

Separación de los postes = 80 metros.

θ =	T =				
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
10° c.	4,20	4,90	5,50	6,00	7,00
15	4,40	5,10	5,70	6,30	7,50
20	4,50	5,40	6,00	6,60	8,00
25	4,70	5,60	6,30	7,10	8,60
30	4,90	5,90	6,60	7,60	9,20
35	5,10	6,20	7,10	8,10	9,80
40	5,40	6,60	7,60	8,60	10,50
45	5,60	6,90	8,10	9,30	»
50	5,90	7,30	8,60	9,80	»

Por ejemplo: si un conductor, sujeto á dos postes separados 40 metros, soporta una tensión inicial de 3 kilogramos por milímetro cuadrado y sobreviene un descenso de temperatura de 20°, la tabla primera nos indica que la tensión se habrá elevado hasta 3,95 kilogramos por milímetro cuadrado.

Acción del viento.—El viento produce también sobre el alambre el mismo efecto que una sobrecarga. Para calcular su valor P recordaremos que la presión del viento sobre una superficie plana, normal á la dirección de aquél, es

$$P = 0{,}135\ V^2\ S,$$

siendo V la velocidad del viento en metros por segundo y S la superficie que recibe la acción, en metros cuadrados.

Cuando la superficie del cuerpo es cilíndrica, hay que tomar su proyección, de modo que en el caso más desfavorable, se tendría.

$$S = D\ L,$$

siendo D el diámetro de la superficie y L su longitud.

Pero la experiencia demuestra que sobre la superficie así calculada, la acción del viento es, aproximadamente, poco más de la mitad (0,60) de la que ejercería sobre una superficie plana de igual extensión, de modo que resulta en el caso supuesto

$$P = 0{,}6 \times 0{,}135\ V^2\ D\ L.$$

Ejemplo.—Supongamos un alambre de 9 milímetros de diámetro, sufriendo un viento de 30 metros por segundo. La sobrecarga por metro ($L = 1$) será:

$$P = 0{,}6 \times 0{,}135 \times 30^2 \times 0{,}009 = 0{,}6561 \text{ kilogramos.}$$

Es decir, poco más de medio kilogramo por metro lineal de alambre.

Si la longitud de éste entre dos apoyos es de 40 metros, la carga total sobre el alambre será:

$$0{,}6561 \times 40 = 26{,}244 \text{ kilogramos.}$$

La tabla adjunta da las cargas para tramos de diversa longitud y alambres de diferentes diámetros, siendo la velocidad del viento de 30 metros por segundo.

d. — mm.	a = 30 m. — Kilog.	a = 40 m. — Kilog.	a = 50 m. — Kilog.	a = 60 m. — Kilog.
3	6,48	8,6	10,8	13,0
4	8,6	11,5	14,4	17,3
5	10,8	14,4	18,0	21,6
6	13,0	17,2	21,6	26,0
8	17,3	23,1	28,8	34,6
10	21,6	28,8	36,0	43,4
12	25,9	33,2	43,2	52,1
14	30,2	40,3	50,4	60,7
16	34,6	46,2	57,6	69,4
18	38,8	51,7	64,8	82,5
20	43,2	57,5	72,0	86,7

Sobrecarga debida á la acción de la nieve.—En los países fríos es muy frecuente que una capa de hielo cubra accidentalmente los alambres, imposibilitando el servicio de las líneas de tranvía hasta que se hace desaparecer.

Esta sobrecarga, unida al aumento de tensión debido al descenso de la temperatura, es posible que llegue á romper el alambre, si primitivamente se dejó muy flojo.

La fórmula [3] precedente

$$T = \frac{d^2 P}{8 f}$$

permitirá deducir la tensión del alambre en este caso particular, poniendo en lugar de P el peso del metro lineal de alambre, aumentando en un 50 por 100, en que estimamos el peso de la capa de hielo que lo recubre.

Postes.—Suelen usarse de hierro ó de madera, siendo muy general el empleo de los primeros en el interior de las poblaciones y el de los últimos en las líneas apartadas de ellas. Modernamente se han fabricado postes de hierro y cemento; pero no se ha generalizado su colocación.

Los postes de madera son, por lo regular, de pino, procedente de terrenos secos y cortado en período de pleno crecimiento y, de ser posible, en invierno, en que está detenida la circulación de la savia.

Los postes de madera son más económicos que los de hierro; pero están sometidos á varias causas de destrucción, que acortan su vida. El

calor y la humedad, por un lado; la acción de ciertas bases y ácidos del terreno, por otro, y, finalmente, varias especies de insectos y gusanos son enemigos de los postes. El principal daño lo sufren al nivel del suelo y en la parte enterrada.

Para evitar la destrucción prematura, suelen inyectarse los postes con soluciones que detengan la putrefacción, empleándose para ello el sulfato de cobre, la creosota, el bicloruro de mercurio y otras substancias. También se emplea para evitar la putrefacción de la parte enterrada, el sistema de carbonizarla superficialmente y alquitranarla luego.

En los postes de madera se dan los nombres de *coz* y *cogolla* á los extremos grueso y delgado de los mismos. Los postes de 10 metros de altura suelen tener el diámetro de la coz, que varía entre 23 y 26 centímetros, mientras que sólo tiene de 14 á 17 centímetros el de la cogolla.

La duración de los postes de madera varía de 15 á 25 años; pero, á pesar de ello, desde los primeros años hay que cambiar algunos que, por diversas causas, han resistido menos á los agentes destructores.

Los postes de hierro son tubulares ó armados (figs. 59 y 60). Los postes tubulares de mejor clase son los formados de tubos Mannesman, sin soldadura. Se emplean igualmente tubos soldados, que son mucho menos resistentes que los primeros. En uno y otro caso el poste puede ser de una sola pieza, de forma tronco-cónica, ó bien estar constituído por diversas secciones cilíndricas de diámetros decrecientes, que se enchufan unas en otras. Por lo regular, los postes tubulares se adornan por medio de una base y varias molduras de fundición.

Los postes armados se construyen con dos hierros de sección U, enlazados por barras transversales, ó bien son castilletes, de planta cuadrada, formados por cuatro hierros de ángulo, reunidos por varias aspas de hierros planos.

Suspensión del conductor aéreo.—Se realiza por medio de palomillas sujetas á los postes de un lado de la vía, ó sirviéndose de tirantes transversales á la calle. La primera suspensión se llama lateral y la segunda transversal.

La suspensión lateral, cuando se trata de una doble vía, se hace por medio de una fila central de postes, con palomillas ó brazos sobre una y otra vía. Este sistema es el más sencillo, de modo que se adopta siempre que es posible.

Las figuras 65 y 66 representan la suspensión por medio de palomillas en una vía única; la figura 64, el mismo sistema, por medio de postes centrales, en una vía doble, y la figura 61 la suspensión transversal. Esta se aplica, por necesidad, cuando no pueden ponerse postes en medio de la vía, y particularmente, cuando es posible, sujetar los cables

transversales en ganchos fijos en las fachadas de los edificios que forman la calle en que está instalada la línea.

Trazado de la línea aérea.—Cuando la vía es recta, el conductor

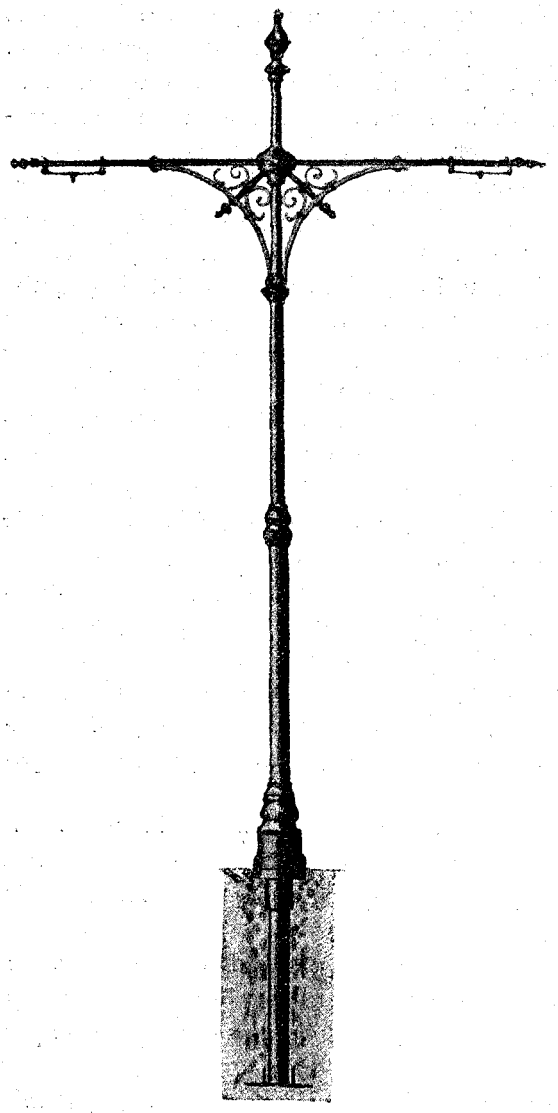


Fig. 59.—Poste tubular.

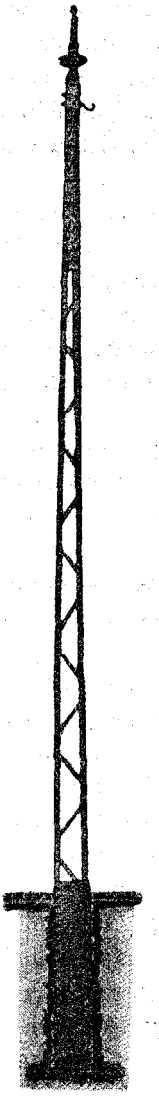


Fig. 60.—Poste armado.

aéreo sigue la misma alineación que ella, sin dificultad alguna. Pero en las curvas no es posible que el conductor aéreo se amolde á ella, sino que

ha de adoptarse un trazado poligonal, cuyos vértices son los puntos de suspensión del conductor.

Dicho trazado poligonal debe separarse lo menos que sea posible de

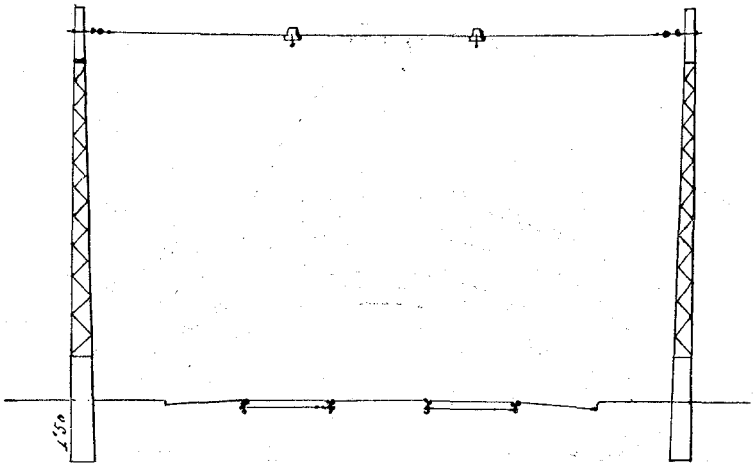


Fig. 61.—Suspensión transversal.

la vía, y los ángulos del polígono han de ser muy abiertos, pues si no lo son, la rueda del trole, al llegar á uno de ellos, salta de la línea de trabajo.

Las figuras 62 y 63 indican ejemplos del trazado de la línea aérea en

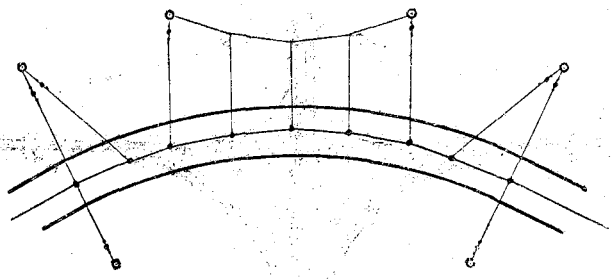


Fig. 62.—Trazado de la línea aérea. Vía única.

las curvas. Como en ellas puede observarse, el trazado poligonal lo toma el conductor aéreo gracias á la acción de tirantes que van sujetos á dicho conductor aéreo y á algunos postes convenientemente colocados á un lado y otro de la vía.

Aparejo de la línea aérea.—Además de los postes, para montar el conductor aéreo se necesitan los elementos que siguen:

Palomillas ó brazos, fijos, por lo regular, en los postes, y de los que se ven algunos modelos en las figuras 64, 65 y 66.

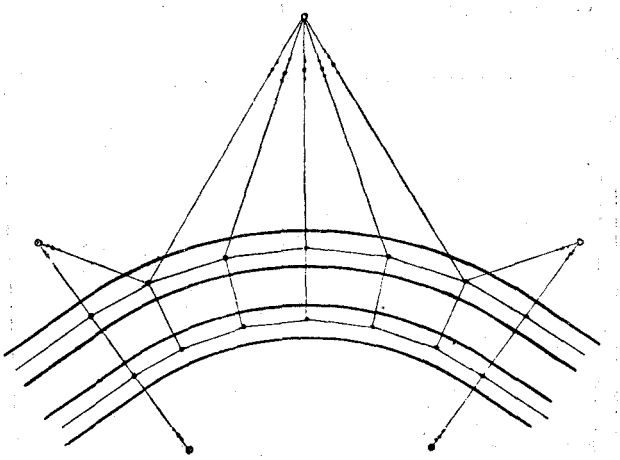


Fig. 63.—Trazado de la línea aérea. Doble vía.

Tirantes, generalmente de cable de hierro galvanizado, que se establecen en la parte inferior de las palomillas.

Aisladores de tirante, constituídos por bolas de una substancia aisladora (fig. 67).

Soportes aisladores para líneas rectas.—Suelen tener á un lado y

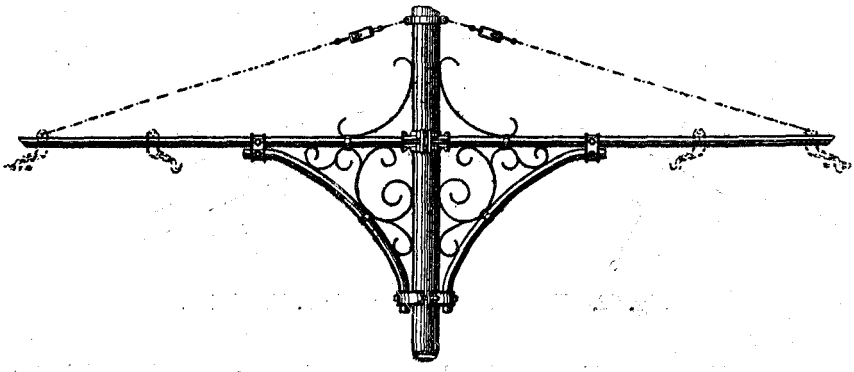


Fig. 64.—Palomilla doble.

otro unos salientes acanalados, por donde se hace pasar un tirante de hierro galvanizado, en forma que cuanto más grande es la fuerza de extensión del tirante, más firme queda el aislador (fig. 68).

Aisladores para cocheras, túneles, etc.—Están dispuestos para quedar

sujetos por medio de tornillos á las viguetas del techo ó á tacos de madera empotrados en las bóvedas.

Portaalambres ú orejas de suspensión.—Van unidas por una rosca á

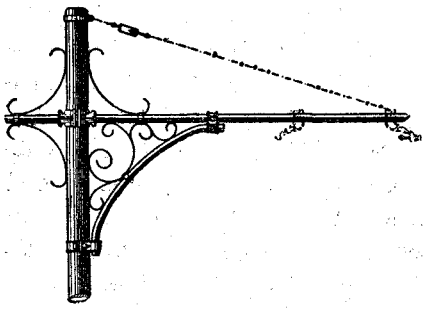


Fig. 65.—Palomilla única adornada.

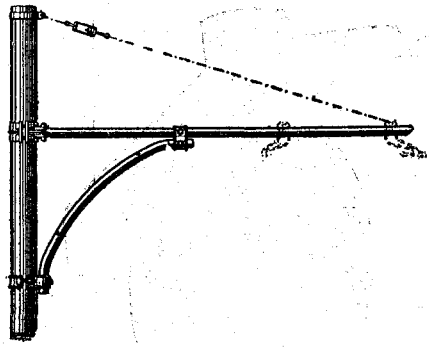


Fig. 66.—Palomilla simplificada.

los aisladores precedentes. En la parte inferior tienen una canal en la que se introduce el alambre del trole. Esta canal está, en algunos modelos, partida en dos, las que se atornillan entre sí cuando se ha colocado el alambre en su interior. En otros modelos el alambre de trole se suelda á la oreja, á fin de que no pueda salir de la canal semicilíndrica. La figura 69 representa la primera de estas disposiciones.

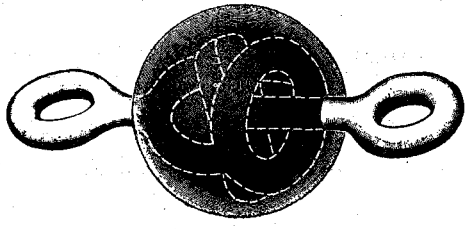


Fig. 67.—Aislador de tirante.

Los portaalambres deben ser más largos en las curvas y doblarse según el radio de las mismas, con el objeto de que la rueda del trole, al llegar á los puntos correspondientes, no haya de sufrir una desviación violenta, que podría hacerla descarrilar.

Tubos de empalme.—Sirven para unir entre sí los extremos de los diversos trozos de alambre de cobre empleados en la construcción de la línea de trole (fig. 70).

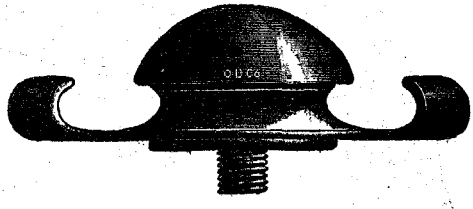


Fig. 68.—Soporte aislador para línea recta.

Soporte aislador para líneas curvas.—Tiene la forma indicada en la

figura 71 y se emplea en las suspensiones transversales, en la forma que se indicará más adelante.

Soporte aislador para tirante.—Se emplea en las curvas y sirve para ejercer tracción lateral sobre el alambre de trole (fig. 72).

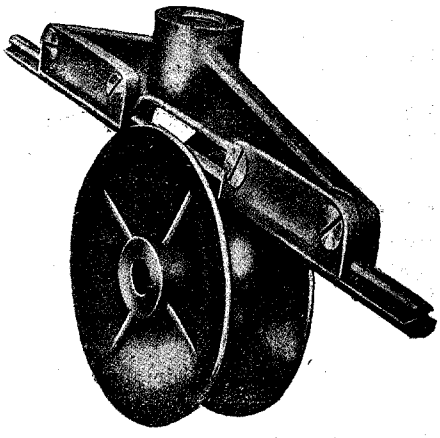


Fig. 69.—Portaalambre y su alambre sobre el trole.

Modo de agrupar los elementos aisladores y de suspensión.—La figura 73 indica el modo de suspensión más general del alambre de trole. Un tirante de cable de hierro, sujeto á dos piezas fijas al brazo de la palomilla, forma un soporte elástico, aislado de la palomilla por dos bolas ó cosa parecida, análogas á las que representa la figura 67. Al tirante van sujetos los soportes aisladores, y á ellos las orejas portaalambres.

DETALLES RELATIVOS Á LA COLOCACIÓN DEL ALAMBRE CONDUCTOR.—Ha de quedar bien tendido entre los puntos de suspensión del mismo. Para conseguirlo, se hace firme en un extremo de la línea y por medio de mordazas y un juego de trócolas se extiende por tramos lo que se considere necesario. Cuando está tirante se sujeta ó suelda á los portaalambres de las suspensiones.

Fig. 70.—Tubo de empalme.

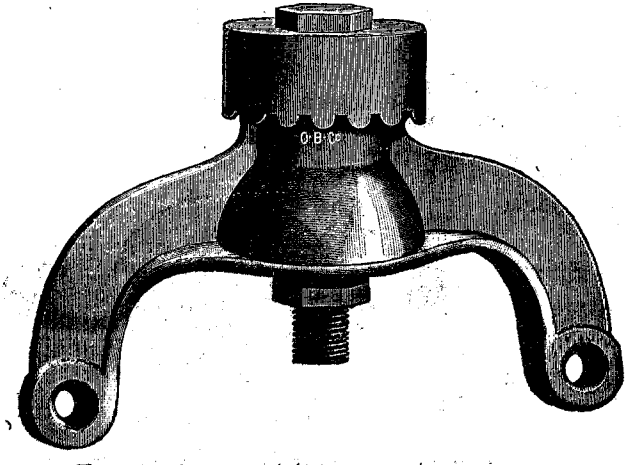


Fig. 71.—Soporte aislador para líneas curvas.

Hay que evitar que, al empalmar dos trozos de conductor, queden retorcidos, pues en este caso, al extenderlos, sufrirán un esfuerzo de torsión que podría romperlos. Para ello, sólo se empal-

man cuando ya están colocados en su lugar y unidos por medio de dos mordazas, como representa la figura. En estas condiciones, se tiene la seguridad de que, hecho el empalme, al soltar las mordazas no se manifestará en el alambre de trole efecto alguno de torsión.

También debe cuidarse, al tender el conductor aéreo, de que no queden en él pliegues, que son perjudiciales para la duración del alambre y para la marcha regular de la rueda de trole.

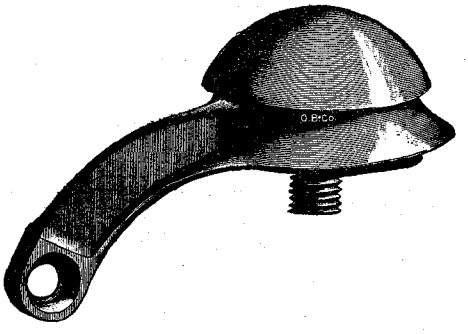


Fig. 72.—Soporte aislador para tirante de una curva.

Los empalmes se hace que coincidan con un aislador de suspensión, pues el empalme siempre es un punto débil, que conviene reforzar. El portaalambre tiene la forma apropiada para el caso.

Para que los empalmes del alambre de trole caigan en un aislador de suspensión, generalmente hay que cortar un trozo de dicho conductor. Si se quiere evitar esto, pueden empalmarse los conductores prescindiendo del punto en que caiga el empalme. Esto mismo hay que hacer si, terminada ya la línea, se rompe el cable en cualquier punto. Los tubos de empalme, empleados en este caso, han de tener poco grueso, para que la rueda de trole no salte al pasar por ellos. Se han representado en la figura 70.

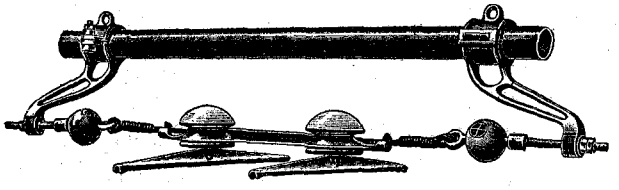


Fig. 73.—Suspensión elástica de una línea doble.

Los graves perjuicios que resultan de la rotura del condutor aéreo

Fig. 74.—Suspensión reforzada.

obligan á tomar todo género de precauciones para consolidar los empalmes. Las figuras 74 y 75 representan un medio muy eficaz de conseguirlo, pues para el caso de que falle, hay dos tirantes auxiliares que soportan una parte de la tracción total.

Para la suspensión transversal, se emplean cables de hierro ó acero galvanizado, al que se sujetan los soportes del conductor aéreo. Estos cables tienen el inconveniente de que á la larga se desprende la capa de zinc que los galvaniza, y entonces se oxidan rápidamente. Lo mejor sería emplear cables de bronce silicioso; pero este material resulta muy caro.

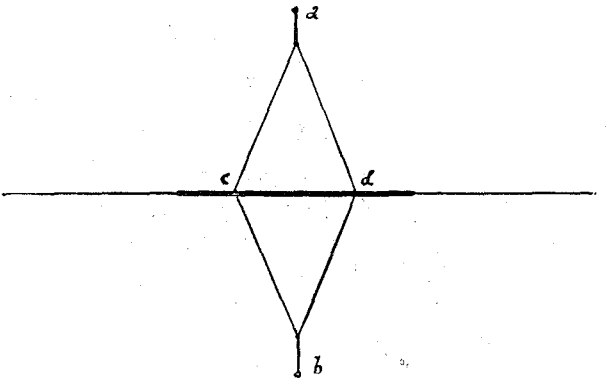


Fig. 75.—Empalme reforzado.

La suspensión transversal, cuando el cable de suspensión no puede sujetarse á las fachadas de la calle, tiene el inconveniente de exigir dos postes en cada punto de suspensión, y además, si cruza grandes espacios, el de que está expuesto á desprenderse el conductor, falto del apoyo sólido y directo de las palomillas. A pesar de todo, es una solución que no hay más remedio que adoptar en muchos casos, pues en cambio tiene la ventaja de que, cruzando toda la vía pública, el conductor aéreo puede colocarse en el punto de ella que convenga, facilitando así el trazado de dicha línea aérea.

La figura 76 representa el adorno de fundición que se hace firme en las fachadas de los edificios para el amarre del cable transversal.

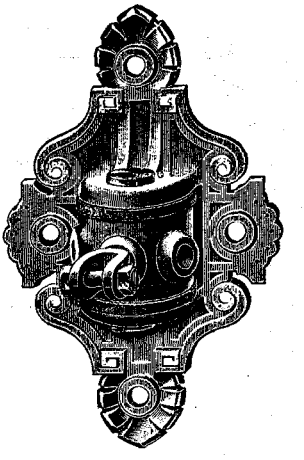


Fig. 76.—Punto de amarre de un tirante.

En el caso de que, para sostener este cable, se usen postes, éstos deben colocarse con bastante inclinación hacia el exterior de la vía, para contrarrestar el esfuerzo del cable en la punta del poste.

Cuando se usa la suspensión transversal, es preciso *anclar* el conductor aéreo en los puntos de tangencia de las rectas con las curvas, y también en las rectas de gran longitud, cada 250 metros. En efecto, la suspensión transversal no ofrece al alambre conductor puntos de apoyo fijos, y cualquier avería se transmite á gran-

des longitudes de línea, lo cual puede tener consecuencias graves. La figura 77 representa el modo de anclar una línea única y la figura 78 una línea aérea doble. Los tirantes que sirven para anclar el conductor son de la misma clase que los tirantes transversales y se aislan del mismo modo que éstos.

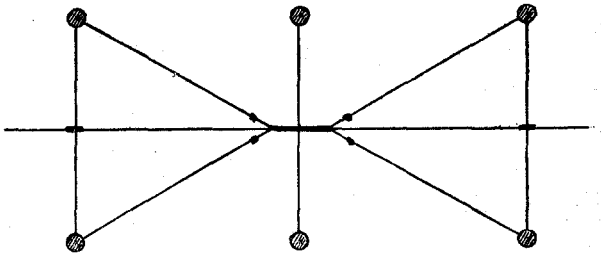


Fig. 77.— Anclaje de una línea sencilla.

Agujas y cruces del conductor aéreo. —Si la vía tiene cambios de vía ó desvíos, es preciso que los posea igualmente el conductor aéreo para que el trole siga el camino del carruaje.

En los desvíos, si el conductor aéreo es doble, sirviendo uno de ellos para los viajes ascendentes y el otro conductor para los descendentes, claro es que no hay necesidad de aguja alguna que encamine el trole. Pero cuando el conductor es único, y siempre en los cambios de vía, precisa poder guiar el trole hacia la vía que convenga.

Las agujas pueden ser automáticas ó de maniobra voluntaria. Se emplean las agujas automáticas cuando los carruajes, al llegar á la aguja, han de tomar siempre la misma vía, cual se verifica en los desvíos. Son de maniobra voluntaria en los cambios de vía, á fin de que el trole pueda tomar la misma línea que el carruaje.

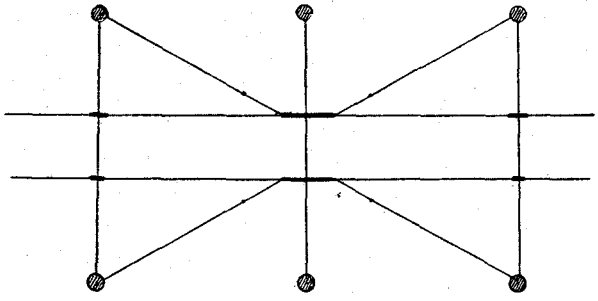


Fig. 78.—Anclaje de una línea doble.

Unas y otras agujas poseen una lengüeta ó aguja móvil. En los automáticos, la posición de la lengüeta está gobernada por medio de un resorte, que sólo cede cuando pasa, en un sentido, la ruedecilla del trole. En las agujas de maniobra automática se vence, cuando es preciso, la resistencia del resorte por medio de una cuerda, que se sujeta al poste más próximo.

Corta circuitos.—Todo conductor, que sale de la central para llevar la corriente á los conductores de la red, está provisto de un aparato auto-

mático para cortar la corriente en el caso de que ésta, por cualquier circunstancia, excediese de la intensidad que exige la explotación.

El exceso de corriente puede manifestarse:

1.° Porque el conductor de trabajo se haya roto y esté en contacto directo con la tierra.

2.° Porque el cable protector, un alambre telefónico ú otro cuerpo conductor, hayan formado un circuito corto entre la línea de trabajo y la tierra.

3.° Por defectos en el aparejo eléctrico de alguno de los carruajes en servicio.

4.° Porque uno ó más carruajes hayan desarrollado á un tiempo un esfuerzo de tracción considerable. Por ejemplo, cuando varios carruajes se han detenido simultáneamente en una rampa, si todos emprenden de nuevo la marcha al mismo tiempo, es fácil que la corriente absorbida sea superior á lo previsto, y entonces funciona el corta circuitos ó interruptor automático de máxima.

Cables protectores.—Cuando existen alambres telefónicos y telegráficos que cruzan la línea del tranvía, hay el temor de que al romperse puedan caer sobre el alambre de trole y determinar derivaciones de la corriente, capaces de causar averías en los aparatos telegráficos y telefónicos, y también peligros al personal que los manejara y á los transeuntes que tocasen el alambre roto. Para evitarlo, suele disponerse sobre el conductor aéreo del tranvía un sistema de protección que impida el cruce de los alambres.

La protección más sencilla es la que resulta de colocar, paralelamente al conductor aéreo del tranvía, y por encima de él, á unos cincuenta centímetros de distancia, un cable de hierro, sobre el que vienen á caer los alambres telefónicos y telegráficos cuando se rompen. El alambre protector está en comunicación con tierra, por medio de los postes, á fin de que si por acaso un alambre telefónico cayese sobre el alambre protector y tocase al propio tiempo el de trole, la corriente marchase directamente á tierra, con lo cual se dispararía el interruptor de máxima de la Central, y quedaría sin corriente la línea, hasta que se hubiese reparado la avería.

C.—Distribución por cable subterráneo.

Descripción general del sistema.—En algunas poblaciones se ha adoptado este método de distribución de la corriente eléctrica, que evita los peligros del conductor aéreo y no exige el empleo de postes, que, en

algunos casos, embarazan ó afean las vías públicas, particularmente en los barrios centrales de las grandes poblaciones.

En el sistema á que nos referimos, el conductor está colocado en una especie de alcantarilla que se construye en el centro de la vía (fig. 79).

En esta galería y aisladas de las paredes y de los carriles hay colocadas dos barras de cobre, de las cuales la una sirve de conductor de ida y la otra de conductor de retorno. En realidad basta un solo conductor, empleándose los carriles como conductor de retorno; pero, sin duda al-

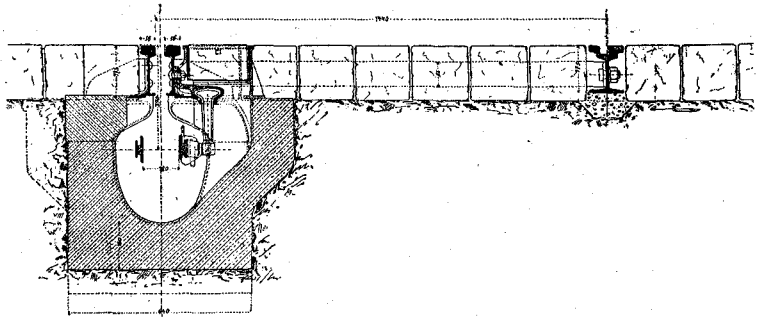


Fig. 79.—Sección de una vía con conductor subterráneo.

guna, el sistema resulta mucho más perfecto si se emplean dos conductores.

La galería subterránea, en donde se hallan instalados los conductores, se fabrica de mampostería ú hormigón y tiene frecuentes puntos de desagüe, con el objeto de evitar que se produzcan circuitos cortos si el agua la ocupase hasta la altura de los conductores.

También existen, sobre la vía, puntos de registro, en número suficiente para poder aislar las averías de los conductores cuando se produzcan.

La galería está cubierta por el mismo pavimento de la calle, dejando sólo una ranura (limitada por dos barras de hierro ó dos carriles) por donde pase el «arado» ó pieza de contacto, que lleva la corriente desde el conductor subterráneo á los motores del vehículo.

D.—Distribución por contactos sucesivos.

Principio en que se funda este método.—Distintos municipios del extranjero se pronunciaron, al aparecer los primeros tranvías eléctricos, contra la distribución de la electricidad por medio de conductores aéreos, fundándose en que el conjunto de postes, palomillas, tirantes, aisla-

dores, etc., más el conductor con corriente de 500 voltios, suspendido todo ello sobre las cabezas de los transeuntes, constituye un peligro para éstos, además de afear considerablemente las calles en que se instala. A fin de evitar tales inconvenientes, se idearon otros sistemas de distribución, como el que utiliza el conductor subterráneo que acabamos de describir, y el de toma de corriente por contactos sucesivos, de que vamos á tratar ahora. La tracción por medio de acumuladores, que describimos al final de este capítulo, es también un método que evita aquellos inconvenientes.

La distribución por contactos sucesivos se verifica del siguiente modo. En la calle, y, por lo regular, en el eje de la vía, hay dispuestos varios discos ó piezas fijas, en relación con un cable subterráneo que conduce la energía eléctrica. Dichas piezas están dispuestas á distancias tales que el coche que circula por la línea siempre tiene un frotador en contacto con una de ellas, de modo que la corriente pasa del conductor subterráneo á la pieza fija, de éste al frotador, á los motores y retorna por los carriles á la Central.

La dificultad y esencia de los diversos sistemas ideados consiste en disponer las cosas de modo *que las piezas fijas sólo estén en comunicación eléctrica con el cable conductor mientras el coche esté encima de ellas.* De otro modo, el tránsito por la calle sería imposible, pues al poner un pie en el disco y otro en tierra se correría un gravísimo peligro.

Las ventajas atribuídas al sistema de contactos superficiales son las siguientes:

1.ª No tiene las causas de peligro que son anejas á los tranvías con trole, ni afea, como éstos, las calles en que se instala.

2.ª No posee tercer carril, dentro ó fuera de la vía, que hace resbalar á las caballerías ó es causa de que se atasquen las ruedas de los carros.

3.ª No exige el gasto especial necesario para la limpieza de la galería, cual sucede en los sistemas de conductor subterráneo.

4.ª No hay parte alguna en donde la acumulación del barro ó la basura puede ser causa de alteraciones higiénicas.

5.ª No introduce dificultades en el adoquinado de la calle, y menos en los desvíos y cruzamientos, cual sucede en el caso del conductor subterráneo.

6.ª El costo de construcción y entretenimiento no constituye un obstáculo insuperable para su adopción, aun en el caso de tratarse de líneas cuyos ingresos sean moderados.

Todas estas ventajas están contrabalanceadas por la dificultad de establecer un buen contacto entre el coche y los discos fijos en la calle, y

en que estos discos quedan perfectamente aislados cuando el coche ha cesado de pasar sobre ellos. Para lo primero, algunos sistemas exigen que los discos sobresalgan un poco del nivel del adoquinado, y este es un defecto de importancia. Para lo segundo, esto es, para que los discos reciban corriente cuando pase el coche, y cesan de tenerla, al acabar de pa-

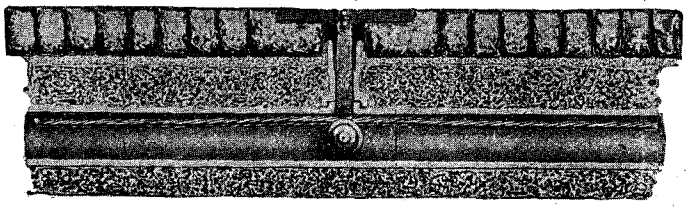


Fig. 80.—Sistema G. B. (Sección longitudinal.)

sar éstos, se han ideado procedimientos mecánicos y electromagnéticos, muchos de ellos excesivamente complicados.

Los sistemas de conexión mecánica tienen el inconveniente de dar lugar á choques entre las partes movibles, y como los carruajes marchan á velocidades considerables, estos choques son violentos y se reproducen cada vez que pasa un coche, de modo que á la larga llega á desorganizarse el conjunto, incapaz de resistir este trabajo.

Los procedimientos de conexión, fundados en el empleo de electroimanes, obran con más suavidad, de modo que el aparejo de conexión resiste mejor la serie de movimientos necesaria para enviar la corriente á los coches y quitarla cuando han pasado. Se ha atribuído á estos sistemas el defecto de que la excitación de los electroimanes da lugar á un consumo de corriente que no existe en los tipos puramente mecánicos.

Sistema G. B. (Griffiths-Bedell) —En Lincoln (Inglaterra) funciona, desde hace ya varios años, un sistema de tranvía de contactos superficiales, que al parecer ha dado buenos resultados; y que es notable por su sencillez.

El cable conductor es de hierro, y va colocado en el interior de un tubo de tierra cocida, tal como indica el corte longitudinal (fig. 80), y con más claridad el transversal (fig. 81). El cable no descansa directamente en dicho tubo, sino que se apoya en aisladores de porcelana, soportados por ejes de hierro. Estos ejes de hierro, por uno de los costados, como se ve bien en la figura 81, atraviesan el tubo y salen al exterior. En este extremo, que sale al exterior, hay empalmado un alambre que va á parar á los carriles de la vía. El objeto que se persigue con esta manera de colocar el cable conductor es que si, por haber penetrado agua

ó barro en el interior del tubo, hay una pérdida de corriente por el aislador, se produzca un circuito corto que dé á conocer la avería y libre á los transeuntes de la calle de peligros y sustos, cuando menos.

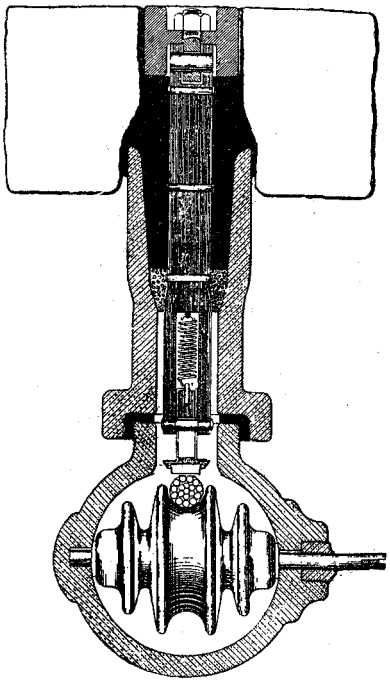


Fig. 81.—Sistema G. B. (Sección transversal).

Los discos de toma de corriente están distribuídos á lo largo de la línea y en el eje de la vía. Son de hierro y están colocados en el hueco de un sillar de la misma clase de piedra que el resto del adoquinado, del que le separa una capa de asfalto, con el objeto de aislarle eléctricamente del suelo. Los discos son fijos y están al nivel del piso, de modo que están poco expuestos á sufrir choques que á la larga pudieran arrancarles de su asiento. Por debajo de cada disco hay un tubo de hierro, embutido en una masa de hormigón, que va á parar á una abertura del tubo de tierra cocida en que está instalado el cable conductor, como se ve en la ya citada figura 81.

Del disco parte un vástago de hierro que llega hasta corta distancia del cable. Este vástago tiene en la parte inferior un hueco, en el cual está alojada la pieza de conexión, que es á modo de unas pinzas de hierro con un carbón en la parte que se pone en contacto con el cable. De ordinario la pieza de conexión está separada del cable, gracias á la acción de un resorte alojado en el hueco de que hemos hablado. Pero cuando, como se dirá, líneas de fuerza de un campo magnético se orientan siguiendo el camino formado por el disco, el vástago, la pieza de contacto y el cable, que ya dijimos que es de hierro, las pinzas son atraídas hacia el cable, y entre éste y el disco se establece un camino conductor, sin interrupción alguna.

En el coche hay, en cada extremo, un electroimán que completa el sistema que describimos. Cada electroimán tiene (fig. 82) tres núcleos en serie, reunidos por medio de una pieza polar muy larga. Todo está dispuesto para que siempre haya una pieza polar sobre un disco. Por debajo de la pieza polar hay una cadena de hierro. Cuando la pieza polar corre por encima de un disco, los eslabones de la cadena que pasan por encima de dicho disco se orientan en la dirección de las líneas de fuerza y esta-

blecen una comunicación metálica entre la pieza polar y el disco de la calle. Como la pieza polar está en comunicación con el regulador y los motores del coche, queda establecido un camino directo entre el cable conductor subterráneo y los motores por el intermedio de una ú otra

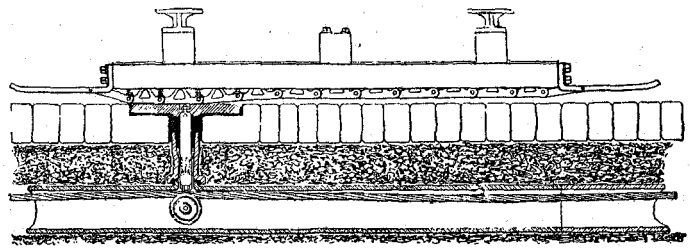


Fig. 82.—Sistema G. B. (Pieza polar del coche.)

pieza polar del coche, pues ya hemos dicho que una ú otra de las dos que lleva el carruaje cae siempre sobre algún disco de toma de corriente.

Los electroimanes á que nos venimos refiriendo están excitados por la corriente de una pequeña batería de acumuladores, constantemente alimentados, cuando el coche está en marcha, por la corriente de la línea, de modo que no hay temor de que por descuido queden descargados. La corriente de línea parece que debería bastar para excitar los electroimanes; pero, fijándose en el modo de funcionar el sistema, se comprende que para que la corriente de la línea llegue al coche es necesario que, previamente, la acción magnética se haya manifestado, y para ello precisa utilizar un manantial de electricidad independiente del general de la explotación, y de aquí el empleo de la batería de acumuladores.

Debemos á la amabilidad de Mr. Stanley Clegg, ingeniero electricista del municipio de Lincoln, la descripción de este sistema de tranvías por contactos superficiales, que, como hemos dicho al principio, es digno de estudio por su extremada sencillez.

E.—Retorno de la corriente.

La vía férrea como línea eléctrica de retorno.—Como se ha indicado en los «Preliminares», la línea eléctrica de retorno es el conductor utilizado para que la corriente eléctrica, después de haber obrado sobre los motores de los carruajes, regrese á la Central. Pues bien, en los tranvías, la línea de retorno está constituída por los carriles de la vía, debidamente enlazados entre sí.

El hierro no es tan buen conductor como el cobre (1); pero como la sección, en junto, de los carriles de una y otra fila es bastante considerable, resulta aceptable la vía para conducir la corriente eléctrica de retorno.

Como los carriles están sobre el terreno y sería muy difícil aislarlos, se procura que estén al mismo potencial que la tierra, y al efecto en la Central se hace que la barra negativa del cuadro de distribución esté enlazada á la vía y, por lo tanto, en comunicación directa con la tierra.

Una dificultad complica el empleo de la vía como línea de retorno, y ésta es que las juntas de los carriles ofrecen siempre alguna resistencia al paso de la corriente eléctrica, y como el número de estas juntas es muy grande, resulta en junto algo considerable la resistencia total.

Esta circunstancia y el hecho de que las redes de los tranvías se extienden en direcciones varias, contribuye á que la corriente eléctrica busque, por decirlo así, en la tierra camino más apropiado que la vía para regresar á la Central. Este camino se lo ofrecen á veces las cañerías de agua y gas, lo cual ciertamente que no sería inconveniente grave si no fuera por los destructores efectos electrolíticos que se manifiestan en esas tuberías, como veremos luego.

Esto obliga á extremar los cuidados para que, en todos los puntos, el carril sea el mejor camino posible para la corriente de retorno, evitando al propio tiempo que en cualquier lugar de la red existan diferencias de potencial apreciables entre el carril y la tierra ó las masas metálicas próximas.

Una precaución muy sencilla consiste en unir, por medio de varillas ó cables de cobre, en cada sección de 100 metros, por ejemplo, la fila de carriles de un lado de la vía con la del otro. De este modo tiende á equilibrarse el potencial de las dos filas entre sí y con el de la tierra.

Pero la mayor diligencia hay que ponerla en la unión de los carriles entre sí, pues, como hemos indicado, este es el principal escollo que en la práctica se ofrece para disponer de una buena línea de retorno.

El medio radical para evitar el exceso de resistencia en las juntas de los carriles es soldar éstos, de modo que cada fila de ellos constituya una fila única de carriles. Este procedimiento, de que hablaremos luego, no suele emplearse por las dificultades que encierra, por lo cual se acude regularmente al empleo de uniones eléctricas más ó menos ingeniosas, de las cuales se describen las más interesantes.

Uniones eléctricas.—Generalmente consisten en trozos de cable de

(1) Los aceros empleados en la fabricación de los carriles tienen, generalmente una resistibilidad de 15 microhomios por centímetro.

cobre, perfectamente ligados á los dos carriles que se trata de enlazar (fig. 83).

En los extremos del cable hay unos terminales macizos de cobre que se hacen entrar, muy forzados, en agujeros abiertos en el alma del carril.

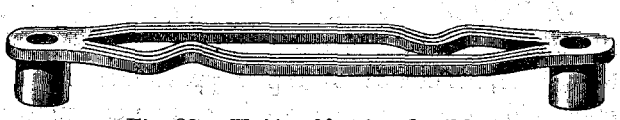


Fig. 83.—Unión eléctrica flexible.

Para ello se emplean á veces máquinas especiales, como la representada en la figura 85.

Las uniones formadas por cables flexibles son más convenientes que las constituídas por varillas rígidas; pues las primeras no sufren las vibraciones de los carriles, que al cabo de algún tiempo pueden aflojar el contacto entre las uniones y el alma del carril. Las uniones flexibles se amoldan mejor á la superficie de los carriles y de las bridas, lo que tiende á asegurar mejor contacto eléctrico (fig. 84).

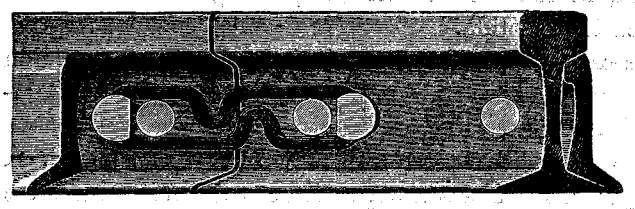


Fig. 84.—Unión flexible, colocada.

Para que este contacto entre la unión y el carril sea perfecto, es preciso que la superficie del carril, en la parte que recibe el terminal, quede libre del óxido que de ordinario le cubre, para lo cual puede limpiarse por medio de ácido sulfúrico diluído en agua.

Dentro de estas condiciones generales las uniones eléctricas más generalizadas son las siguientes:

Unión Thomson-Houston.—El alambre de cobre que realiza la unión entre los dos carriles queda apretado contra el agujero abierto en éstos por medio de una cuña que se hace entrar á golpes.

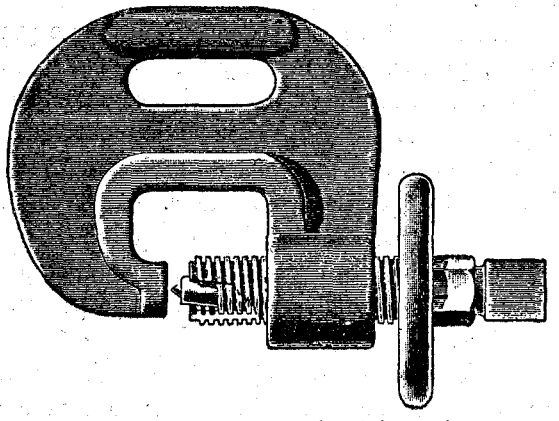


Fig. 85.—Máquina para colocar las uniones.

Unión Chicago.—El terminal del cable de unión tiene un hueco en

su centro. Tan pronto como está colocada la unión, se introduce una espiga en el referido hueco, forzando dicha espiga á martillazos hasta que el terminal quede sólidamente unido al carril.

Unión Edisson.—Consiste en una amalgama retenida por medio de anillos de corcho, que queda fuertemente comprimida entre el carril y las bridas, las cuales se limpian previamente con el mayor cuidado. El mercurio de la amalgama establece una comunicación excelente, descendiendo la resistencia de la unión hasta 20 microhomios.

Unión Scheinig-Hoffman.—Es una especie de manguito ó brida grosera que abarca las cabezas de los dos carriles. Se pone en caliente, con interposición de una plancha de zinc. El calor de esta brida funde el zinc, y al enfriarse aquélla, la contracción del manguito y el zinc fundido originan una unión bastante sólida.

Soldadura de los carriles.—Ya se ha indicado que es la solución más adecuada para asegurar la continuidad de la línea de retorno. Además, esta misma continuidad suprime los resaltos entre cada carril y sus contiguos, resaltos de que más ó menos se resiente el material móvil. A pesar de estas ventajas, las dificultades que ofrecen los procedimientos hasta hoy usados para efectuar la soldadura de los carriles hacen que se aplique contadas veces este sistema.

Las dilataciones y contracciones de la vía, debidas á los cambios de temperatura, parece que no perjudican á las líneas de travía, aunque los carriles estén soldados, á causa de que, estando enterrados los carriles de estas líneas, no sufren cambios tan pronunciados como cuando estan al aire.

En todos los procedimientos, antes de proceder á la soldadura de los rieles, precisa limpiar muy bien las cabezas de éstos, lo cual se hace sirviéndose de la línea ó de un chorro de arena impelida por el vapor. Los sistemas más usados para la soldadura eléctrica son los siguientes:

Método Thomson-Houston.—Dos mandíbulas sujetan los extremos de los carriles que hay que soldar. A través de la junta se hace pasar una corriente eléctrica muy intensa que eleve al rojo blanco la temperatura de los carriles, los cuales entonces se aproximan sirviéndose de las mandíbulas antes citadas, con lo cual se produce la soldadura autógena de aquéllos.

Método Falk.—Se ajustan las cabezas de los carriles dentro de un pequeño molde, en el cual se vierte hierro colado, que se funde en un pequeño cubilote transportable. La temperatura del hierro vertido es suficiente para elevar la de la cabeza de los carriles á un grado suficiente para que al enfriarse la masa quede formando un todo continuo.

Método Goldschmidt.—Es parecido al anterior, diferenciándose de él,

principalmente, porque en el pequeño molde en que se vierte el hierro fundido se eleva mucho la temperatura á causa de la reacción química de una mezcla de aluminio y óxido férrico que en él se deposita (fig. 86).

Resistencia eléctrica de las uniones.—Aun cuando se proceda con el mayor cuidado á establecer la unión eléctrica de los carriles, cada una

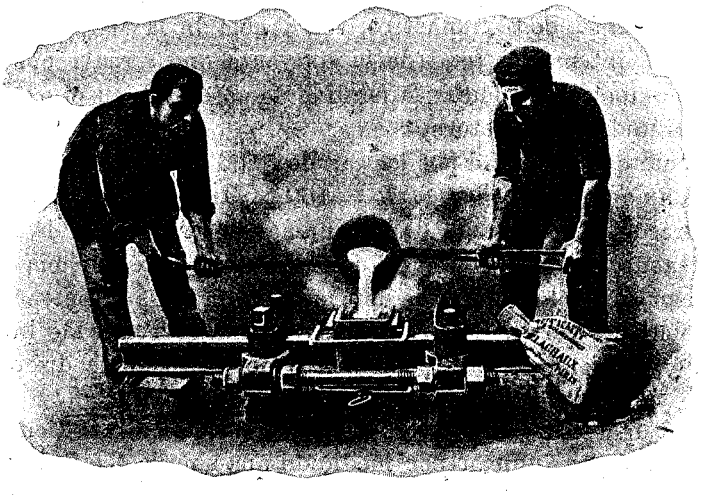


Fig. 86.—Soldadura de los carriles, sistema Goldschmidt.

de estas uniones presenta una resistencia que, si bien considerada como única es despreciable, es importante si se tiene en cuenta el gran número de juntas de carriles que existen en una vía de regular extensión.

La resistencia en cada unión suele variar entre 20 y 50 microhomios. La resistencia eléctrica total de la línea de los carriles mídese por la expresión

$$\frac{1{,}1\,k}{n\,p} \text{ ohmios por kilómetro,}$$

en la que n es el número de filas de carriles, p el peso por metro lineal de carril y k un coeficiente que se hace igual á 1 cuando se trata de vías bien soldadas y á 1,5 cuando las uniones son de cobre.

Ejemplo: Resistencia de una línea de retorno, via única (dos filas de carriles), de 23,5 kilogramos por metro lineal de carril, uniones de cobre. Longitud de la línea, 5 kilómetros.

$$\text{Resistencia en ohmios por kilómetro} = \frac{1{,}1 \times 1{,}5}{2 \times 23{,}5} = \frac{1{,}65}{47} = 0{,}035.$$

Resistencia eléctrica total $= 5 \times 0{,}035 = 0{,}175$ ohmios.

Claro es que en los carriles de canal, de mayor sección que el supuesto,

la resistencia es menor, de modo que en los anteproyectos se admite una resistencia de 0,02 ohmios por kilómetro.

La pérdida de potencial se calcula partiendo de la resistencia dicha y de la corriente de retorno que circula por los carriles. La intensidad de esta corriente se admite que es 80 por 100 de la que circula por la línea aérea, derivándose el resto á la tierra.

Ejemplo: Línea de 5 kilómetros; resistencia de la vía por kilómetro, 0,02 ohmios; intensidad total de la corriente que circula por la línea aérea, 200 amperios. Calcular la pérdida de potencial, en el extremo de la línea, causada por el retorno.

Corriente que circulará por los carriles $0{,}80 \times 200 = 160$ amperios.

Pérdida de potencia $= I \times R = 160 \times 0{,}02 \times 5 = 16$ voltios.

Para reconocer el estado de las uniones eléctricas, han de realizarse periódicamente ensayos, con el fin de determinar la resistencia eléctrica de las mismas. Por lo regular se determina la pérdida de potencial entre dos extremos de carril, haciendo circular una corriente de intensidad conocida y midiendo con un voltímetro de precisión la diferencia en voltios.

Existen aparatos portátiles especiales con su correspondiente pila y galvanómetro, que indican por medio de una simple lectura directa el valor de la resistencia óhmica de las uniones de los carriles.

Retorno de la corriente por la tierra.—A pesar de todas las precauciones, la corriente, como hemos indicado al principio, tiene tendencia á recorrer el camino de menor resistencia, por lo cual, no toda pasa por los carriles, sino que se manifiestan derivaciones que siguen la tierra y, en particular, si hay junto á la vía masas metálicas, como puentes de hierro ó tuberías de hierro.

El principal defecto de estas derivaciones es la acción electrolítica, destructora, que producen. El terreno siempre contiene alguna humedad, y este agua, de que el suelo está más ó menos impregnado, se descompone al paso de la corriente eléctrica. El oxígeno se desprende en las piezas metálicas ó partes de las cañerías que, por estar unidas al polo positivo, hacen el papel de anodo, y este oxígeno naciente sabido es que tiene una acción destructora muy enérgica.

La figura 87 representa una derivación á tierra de esta clase. Supongamos que entre los puntos *a* y *b* del terreno hay una cañería *m n*. La corriente se bifurca en *a*. La parte principal sigue por el carril *a b c*; pero una derivación sigue el camino *a m n c* aprovechando la resistencia de la cañería. Basta examinar las comunicaciones para comprender que en el fenómeno electrolítico que se manifiesta entre *a* y *m* el carril desempeña en *a* el papel de polo positivo ó anodo, y en *a* se manifestará, por lo tanto,

la acción corrosiva; y que entre *n* y *c* vuelve á manifestarse análoga acción electrolítica, desempeñando esta segunda vez la cañería el papel de anodo en *n*.

Como puede observarse, siempre hace falta que la corriente derivada atraviese dos veces la tierra para recorrer una cañería ó masa metálica; y como el fenómeno electrolítico desarrolla una fuerza contraelectromotriz ó fuerza electromotriz de polarización de 2 voltios, la naturaleza del hecho es una causa que se opone á que se realice. También se opone á ello la resistencia misma de la derivación, de modo que, en general,

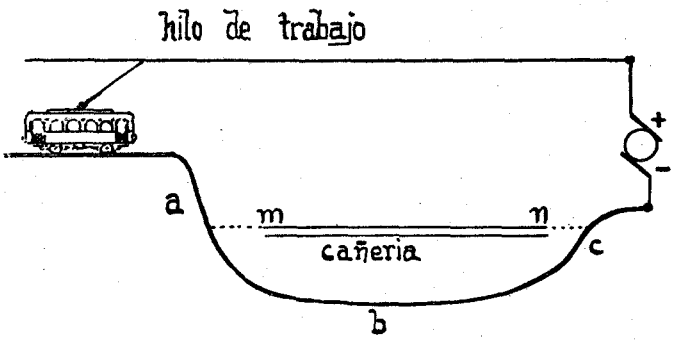


Fig. 87.—Retorno de la corriente por una cañería.

parece que si entre dos puntos cualesquiera de los carriles de una línea no se manifiesta una diferencia de potencial de 5 voltios, ó mayor, la derivación por la tierra no llegará á producirse. Pero la práctica enseña que ligeras diferencias, que no llegan á 2 voltios, da lugar á fenómenos electrolíticos.

Como estas derivaciones pueden originar perjuicios graves á las cañerías, se ha hecho objeto este asunto de una reglamentación, distinta en cada país. En Francia se admite en los carriles una pérdida de potencial de 1 voltio por kilómetro, y además se fija en 1,5 voltios como máximum la diferencia de potencial entre los carriles y las masas metálicas próximas. En Alemania sólo se tolera que pueda existir una diferencias de potencial de 0,3 voltios entre dos puntos cualesquiera del terreno en la capa de éste en que suelen hallarse las cañerías.

En general, se prescinde de la observación rigorosa de estas reglas cuando se trata de líneas de gran longitud que se extienden fuera de las poblaciones.

Medios para evitar el retorno por la tierra.—La soldadura de los carriles ó la perfección de las uniones eléctricas tienden á evitar el retorno de la corriente por la tierra; pero no deja de acudirse á otros pro-

cedimientos para suprimir las derivaciones de la corriente de retorno cuando producen perniciosos efectos en las cañerías.

Uno de los recursos utilizados con mayor frecuencia es el de disponer *feeders* ó arterias subterráneas, que enlacen la Central con los carriles, en varios puntos de la red tranviaria. Estos conductores, unidos directamente al polo negativo de las dinamos, ofrecen buen paso á la corriente de retorno. Generalmente se unen á los carriles en los mismos puntos de la red en que los *feeders* alimentan el conductor aéreo. Las arterias de retorno están á un potencial que difiere muy poco del de la tierra, por lo que les basta un ligero aislamiento. A veces, en la Central, y en serie con estas arterias, ó por lo menos con las más largas, se interpone una pequeña dinamo, movida por un electromotor, formando un grupo reductor de tensión, para que en el extremo de la arteria reine un potencial igual ó ligeramente inferior al de la tierra.

Para impedir la corrosión de las cañerías, en vez de evitar que por éstas circulen las corrientes derivadas, se procura lo contrario, uniéndolas perfectamente á los carriles próximos y al polo negativo de las máquinas, en la Central. Ningún inconveniente habría en ello si las cañerías fuesen continuas, es decir, sino presentasen soldaduras ó empalmes defectuosos. Pero como esto no puede evitarse, tanto los empalmes como las soldaduras dan lugar á fenómenos electrolíticos, por lo que las compañías de agua y gas rechazan este procedimiento.

Un medio radical de evitar el retorno por la tierra es disponer en los carruajes dos troles y en la línea aérea dos conductores, uno positivo y otro negativo, en los que se apoyan los dos troles. Como tanto el conductor positivo como el negativo están aislados de la tierra, no hay que temer las derivaciones á que nos venimos refiriendo; pero este sistema y otros, también ingeniosos, que se han ideado, no han sido sancionados por la práctica por sus muchos inconvenientes.

Claro es que los fenómenos electrolíticos tienen escasa importancia cuando la corriente es alternativa; pero como quiera que en los tranvías propiamente tales no se ha adoptado esta forma de la energía eléctrica, prescindimos de tratar lo referente á este asunto.

F.—Tracción por medio de acumuladores.

Idea general de este método.—La tracción por medio de acumuladores se ha instalado en algunas poblaciones con el objeto de evitar los gastos y peligros de la conducción de la energía eléctrica por cable aéreo.

En los coches se instalan baterías de acumuladores de las que se toma

la corriente necesaria para actuar sobre los motores. Antes de salir el coche para emprender su viaje, se deja la batería cargada con capacidad suficiente para hacer el recorrido completo de ida y vuelta, ó, si esto es demasiado, para llegar á otro punto de alimentación y carga de la batería. En este último caso conviene que la carga de la batería sea muy rápida, para evitar la larga parada del coche con el objeto de proceder á dicha carga.

Para que la corriente enviada á los motores sea proporcionada á las necesidades de la tracción, la batería de acumuladores se divide en varias secciones que, por medio del regulador, se agrupan en serie ó en paralelo. De este modo varía la tensión de la corriente de descarga, y puede hacerse cambiar la velocidad del motor que, como ya indicamos en el capítulo 3.°, depende de la referida tensión.

La corriente de carga se toma de una central dispuesta al efecto ó de la red general de alumbrado de la población. A veces el coche tiene un trole, por medio del cual se alimenta al pasar por ciertas secciones de la línea.

Cuando el coche asciende por una rampa el consumo de corriente es grande y la batería se descarga. Al descender una pendiente, por el contrario, los motores trabajan como dinamos y la corriente engendrada por ellos puede servir para recargar la batería. La tracción por medio de acumuladores permite resolver con sencillez el problema de la recuperación de la corriente gastada en las rampas por la producida en el descenso de las pendientes.

Aparte de esta ventaja de la recuperación de una parte de la energía consumida, todo lo demás son inconvenientes para la tracción por medio de acumuladores. El peso enorme de la batería, el lugar que ocupa, las dificultades del entretenimiento, la molestia de estar atento á que la batería no quede descargada, la duración escasa de las placas, sometidas á cargas y descargas rápidas, forman un conjunto aterrador de dificultades, ante las cuales con harta razón, se detiene todo el mundo; de tal manera que, salvo en casos en que cualquiera otra solución es imposible, no puede pensarse en adoptar tan defectuoso sistema de tracción.

Datos de aplicación.—Para los cálculos relativos á la tracción por medio de acumuladores conviene recordar algunas cifras, que apuntamos á continuación.

Corriente de carga.—El dato primero de que conviene partir en los estudios á que nos referimos es la tensión de la corriente de carga. Si se emplea la corriente de una central de tracción, será el voltaje de 550 voltios; si se utiliza una central de alumbrado, dicho voltaje podrá ser, por lo general, de 110 ó 220 voltios.

Límite de la carga.—La tensión entre los terminales de un acumulador cargado varía según la rapidez con que se ha realizado la carga, de tal modo que, siendo la carga muy rápida, puede dicha tensión llegar á ser de 3 voltios. Nosotros supondremos que dicha tensión es de 2,5 voltios, que es el caso general.

Límite de la descarga.—Un acumulador se considera que está prácticamente descargado cuando la tensión entre los terminales del elemento desciende á 1,85 voltios. Por debajo de este límite las placas están muy expuestas á deteriorarse.

Capacidad.—La capacidad práctica de un acumulador se mide por los amperios horas que puede dar en la descarga. Un acumulador que puede dar 10 amperios durante cinco horas, tendrá una capacidad de 50 amperios horas. Para un mismo acumulador cargado hasta el mismo límite, la capacidad aumenta si la descarga es lenta y disminuye cuando la descarga es muy rápida

Capacidad másica.—Se mide por el número de amperios horas que puede dar un elemento por kilogramo de su peso total (placas, electrolitro y vaso). Aunque la capacidad másica puede llegar á ser de 28 amperios hora por kilogramo de acumulador completo, en la práctica sólo puede contarse con 7 amperios hora para baterías muy ligeras y con solos 2,5 amperios en baterías de alguna solidez.

Potencia.—Se mide por el número de vatios que puede suministrar el acumulador. La *potencia másica* es la que corresponde por kilogramo y en la práctica varía entre 4,5 y 5 vatios por kilogramo del elemento completo.

Número de acumuladores.—Depende de la tensión de la corriente de carga, y se obtiene dividiendo esta tensión por 2,50 voltios, límite de la tensión de carga.

Ejemplo: Supongamos que queremos aplicar el sistema de tracción por acumuladores al caso concreto explicado en el capítulo 3.° § *D*. El simple examen de las figuras, que representan gráficamente la intensidad de la corriente absorbida por un coche, demuestra que la intensidad máxima es de 50 amperios, consumidos en el trayecto *B A*, de modo que el tipo de acumuladores elegido debe poder soportar, durante veinticinco minutos, esta corriente de descarga.

La capacidad en amperios hora dependerá de que haya una sola estación de carga, por ejemplo en *A*, ó que haya dos, una en *A* y otra en *B*. Suponiendo que esta última condición es la que se verifica, basta que la capacidad del acumulador sea bastante para soportar las sucesivas descargas que la figura pone de manifiesto, por ser el trayecto en que hay más consumo, y son, aproximadamente,

30 amperios	×	10 minutos..	=	300	amperios-minutos.
30 —	×	8 —	=	240	—
25 —	×	18 —	=	450	—
30 —	×	17 —	=	510	—
		TOTAL.....	=	1.500	amperios-minutos.

Esta cantidad equivale á $\frac{1500}{60} = 25$ amperios hora.

Claro es que, teniendo en cuenta la corriente que puede recuperarse en las bajadas, la capacidad de los acumuladores podría reducirse; pero sería imprudente hacerlo así, pues en la práctica de la tracción no conviene ponerse en el caso de que un coche, por descarga prematura de los acumuladores, quede inutilizado en plena vía.

Como en el problema supuesto hemos partido de la base de que la corriente es de 550 voltios, el número de acumuladores de que se compondrá la batería que deba llevar cada coche se obtendrá dividiendo la tensión por el límite de la carga:

$$\frac{550}{2{,}50} = 220 \text{ acumuladores.}$$

El peso de cada acumulador será, aproximadamente, á razón de 2,5 amperios por kilogramo,

$$\frac{25 \text{ amperios hora}}{2{,}5 \text{ (capacidad másica)}} = 10 \text{ kilogramos.}$$

Y el peso total de la batería,

210 elementos × 10 kilogramos = 2.100 kilogramos.

Indice de los capítulos contenidos en la primera parte.

SOBRE MARINA MILITAR

SOBRE MARINA MILITAR

NOTAS DE ACTUALIDAD

POR

ENRIQUE DEL CASTILLO Y MIGUEL

Y

CARLOS BARUTELL Y POWER

CAPITANES DE INGENIEROS

MADRID

IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»

1911

PRÓLOGO

Asunto de capital interés es el estudio de cuanto se refiere á la guerra marítima para los ingenieros militares, porque, siéndolo todo aquello que con el arte de combatir se relaciona, ha de merecerles mayor atención si, al propio tiempo, reviste carácter científico y entraña prodigiosos perfeccionamientos de metalurgía, maquinaria y artillería.

Así se comprende que el Memorial de Ingenieros se ocupe preferentemente de los incesantes adelantos conseguidos por las industrias extranjeras en las construcciones navales y se explica que nosotros, acogiéndonos á la cariñosa hospitalidad que sus columnas nos brindan, insertemos estos apuntes que no encierran otra aspiración que vulgarizar noticias y datos recientes respecto de la constitución y cualidades de los modernos buques de combate.

En 1904 tuvimos la honra de que se publicase en esta Revista una memoria nuestra sobre lo que entonces llamamos *Ideas modernas* referentes á plazas marítimas. En el infatigable progreso de la ingeniería naval todo se anticúa y todo se aventaja y como la circunstancia de haber España emprendido derroteros de reconstitución para su armada proporciona caracteres de actualidad palpitante á la materia, hemos creido oportuno resumir sucintamente en las líneas que siguen el estado actual de la marina de guerra, sin desarrollar doctrinas ni pretender establecer enseñanzas, sino exclusiva y modestamente referencias y consideraciones que puedan servir de antecedente á quien desee ahondar en estudio tan interesante.

Las cuestiones á que hemos de referirnos, no las consideraremos desde el punto de vista *marino* sino señalando, por ejemplo, al reseñar los progresos de la arquitectura naval, el de las características de balística exterior que indica el estado de la artillería moderna; los adelantos en torpedos, métodos de tiro y maquinaria; las condiciones de los proyectiles y de las pólvoras rompedoras y de proyección; el perfeccionamiento me-

talográfico que suponen las corazas; la relación íntima de todo ello con la defensa de costas: es decir, cuanto creemos interesante ó curioso para los compañeros.

Nos guía un buen deseo y el patriótico estímulo de llamar la atención siquiera sobre un problema nacional tan esencialísimo como el problema naval.

Dividiremos nuestro estudio en los siguientes capítulos:

I. — *Programa naval.*
II. — *La protección.*—Casco y coraza.
III. — *El ataque.*—Cañones, proyectiles y torpedos.
IV. — *El buque en acción.*—Tiro de la artillería y maquinaria.
V. — *Táctica y política.*
VI. — *Consideraciones sobre defensa de costas.*

CAPÍTULO I

EL PROGRAMA NAVAL

Antecedentes históricos.

En la madrugada del 27 de mayo de 1905 y en el estrecho de Satsuma, comenzó el combate, frente á frente, de dos poderosas escuadras modernas, y al medio día del 28 pudo el almirante japonés comunicar á su país la derrota de la rusa, que tuvo 20 buques echados á pique, 6 capturados, 2 perdidos, 3.500 muertos y 7.000 prisioneros, á cambio únicamente de 12 barcos japoneses fuera de combate (de ellos solo 3 destruídos por completo) y 630 bajas entre muertos y heridos. Después de esta acción, de trascendencia ruidosa, que dió márgen á acaloradas discusiones sobre material y armamento, cuando menos se esperaba apareció un nuevo tipo de buque superior á los conocidos hasta entonces y primero de la serie de los llamados colosos, mónstruos ó gigantes del mar. ¿Consecuencia de las enseñanzas de Satsuma fué el *Dreadnought*? Asunto es que bien merece un breve comentario.

Se ha dicho que la escuadra japonesa era tributaria de la ingeniería naval inglesa, la cual, á cambio de compulsar con la experiencia el fruto de sus atrevidas concepciones, había tenido pocas exigencias en el mercado.

Los elementos que intervinieron en aquella batalla eran de los más potentes. No había gran diferencia en tonelajes de desplazamiento ni en artillería; 20 cañones rusos de 30,5 centímetros se batieron con 16 japoneses, si bien esta ventaja, y la de 15 cañones más de 25 centímetros, se compensaba con ser 237 los de calibres medios contrapuestos á los 102 que únicamente poseían los rusos.

Los acorazados de Rusia llevaban repletas sus carboneras; su línea de flotación quedó próxima á la primera cubierta, y los proyectiles gruesos cayeron en las partes menos protegidas.

Ni una sola faja apareció perforada en la zona central y, sin embargo, los buques más poderosos se fueron á pique. Tal resultado parece se consiguió, según *The Enghenner:*

1.° Por la perforación de las cubiertas, blindadas débilmente.

2.° Por la destrucción de las partes menos acorazadas de proa y popa.

3.° Por el efecto de mina, análogo al de un torpedo, que produjeron algunos proyectiles de fuerte carga explosiva en la obra viva.

4.° Por la destrucción de aparatos de gobierno y de dirección, hélices, timones, puentes y sus instalaciones anexas, tubos acústicos, hilos de teléfono y de transmisión eléctrica, etc.

5.° Por la muerte de muchos tripulantes, oficiales y marineros.

6.° Por la falta de la dirección técnica que requieren los combates de tal índole y otras causas de orden moral difíciles de resumir.

7.° Por las inferiores condiciones marineras de una escuadra después de un viaje de 12.000 millas.

De todo ello se desprende que las únicas partes que permanecieron inalterables fueron las corazas. Se perdieron las tripulaciones y los puentes situados encima de la faja protectora; se destruyó la maquinaria colocada en la parte inferior: pero no se perforó ni una sola coraza.

Después de aquella lucha aparece, de una manera algo extraña, el nuevo tipo de buque caracterizado por su gran desplazamiento y gran velocidad, su potente artillería de calibre único y el sacrificio relativo del acorazamiento y absoluto de la artillería media. Este tipo se le denomina «acorazado de gran calibre único». El primero es el *Dreadnought* de 18.000 toneladas y se llega luego, exagerando la nota, á construcciones navales proyectadas como el *Royal George* de 27.000 toneladas ó el *Río Janeiro* que se anuncia con 32.000.

La base teórica del nuevo modelo figura primeramente en proyectos italianos. Ya en 1903 el coronel italiano Victorio Cumbertí expuso, con toda precisión, las características fundamentales del que designó como «buque ideal, vencedor de los combates modernos» suponiéndole capaz de desplazar 19.000 toneladas portadoras de 12 cañones de 30,5 centímetros, útiles para sostener el fuego en andanadas de 10, y dotándole de la maquinaria suficiente para marchas de 24 millas (44.448 metros) por hora.

Respecto á la iniciativa de llevar á la práctica estas ideas corresponde, al parecer, al Japón.

Al acorazado *Satsuma* de 19.200 toneladas, se le puso la quilla en mayo de 1905; su proyecto se asegura que era anterior á la guerra, pues ante las eventualidades de una lucha y con ánimo de obtener elementos superiores á los que poseyera Rusia, los ingenieros japoneses se orienta-

ron en ese sentido, si bien con criterio vacilante ó inseguro, hasta el punto de no resolverse á su ejecución mientras Inglaterra no se lanzase por ese camino.

El proyecto actual puede suceder que no sea el primitivo, sino una imitación del *Dreadnought*; pero otras opiniones autorizadas aseguran analogías con el modelo ideal de Cumbertí y se fundan en que no se encargó su ejecución directamente á los arsenales ingleses y americanos, como ocurrió con otros de semejante porte, denunciando la reserva con que se pretendía realizar esta soberbia construcción. En resumen: parece que la idea primitiva es del coronel Cumbertí; que el primer proyecto realizable es del Japón; y que la gloria ó desacierto de la iniciativa de la construcción es del almirantazgo inglés.

Para que los razonamientos vayan escalonadamente, hasta justificar los modernos tipos de buques de combate, es preciso atender al desarrollo teórico que ha guiado la evolución.

El acorazado, tal como se entendía hace pocos años, no es hoy tipo admitido. El buque de 12 á 15.000 toneladas, con 4 cañones de 30,5 y de 10 á 20 de calibres medios, otros varios de tiro extrarrápido, protección grande y velocidades de 16 millas, en el terreno de la especulación teórica ha sido reemplazado por el acorazado de gran calibre único, cuyas características hemos de analizar en breve. El crucero acorazado de 9.000 toneladas, montando por término medio 2 cañones de 28, de 8 á 15 de calibres medios y velocidades de 20 millas (al que se le hace objeto de ruda oposición técnica) es sustituído por el acorazado rápido, como más apto para el combate. Vamos á estudiar uno y otro tipo, examinando el origen técnico del gran calibre y de su unidad; los métodos de armamento en armonía con aquél; las ventajas teórico-económicas de los grandes desplazamientos y la relación de dimensiones.

La ligereza del casco de acero, el desarrollo de la marina mercante y los perfeccionamientos de calderas y turbinas indicaron la posibilidad de alcanzar un gran tonelaje que permitiese reunir poderosos núcleos de ataque, dando origen á las ideas del coronel Cumbertí y á la construcción de los colosos del mar, primero, y del acorazado rápido, más tarde.

Los grandes acorazados absorben la atención de todas las marinas y parte importante de los presupuestos de las naciones poderosas. En las revistas no se lee otra cosa que los tonelajes y armamentos de numerosos *Dreadnoughts* que constituyen una preocupación de los gobiernos. El ingeniero jefe de la armada francesa Mr. Croneau llega á decir que «no hay sacrificio que no se deba imponer para adquirir, en el más breve plazo posible, los *únicos* instrumentos de combate que se consideran útiles».

En todo el curso de la Memoria hacemos referencia principalmente

á las grandes unidades del tipo *Dreadnought*. Indicamos también los datos referentes á los tipos *super-Dreadnought*, tales como el *Arkansas* de 25.298 toneladas ó al *Río Janeiro*; pero todos estos modernísimos buques están comprendidos en las tendencias que distinguen á los grandes acorazados de calibre unidad, de los cuales son exagerada secuela. Por ello todo el presente trabajo se basa, en esencia, en el exámen del tipo fundamental, origen de la evolución y que se admite ya como tipo unidad de combate, aceptándose los otros con grandes reservas y aun por vía de ensayo. Además, nos interesa también ese tipo como análogo al del proyecto británico-español, que ya designan las revistas como *Dreadnought-económico*.

Origen técnico del llamado gran calibre y de su unidad.

El desarrollo de un potente núcleo de artillería gruesa parece, á primera vista, contradictorio con las experiencias deducidas. En efecto; se dice que los héroes de Satsuma fueron el cañón de calibre medio y la velocidad, como auxiliar de la maniobra; se agrega que los fondos entorpecían la marcha de los buques pesados de Rodjenvenski, que durante el combate, estuvieron á merced de la ligereza maniobrera de los de Togo y Kamimura, y, como consecuencia incongruente, se supone que todo esto se salva merced á las ideas del Coronel Cumbertí, con acorazados de desplazamiento colosal, menos marineros por consiguiente, y sin un solo cañón de calibre medio.

Profundizando el estudio se comprende, sin embargo, que el gran acorazado nace de la necesidad de desplazar el mayor número posible de cañones perforantes, y, para ello, hay que demostrar los dos puntos que reseñamos á continuación:

1.° *El cañón de calibre medio no se puede emplear como núcleo principal de combate.*—Para demostrarlo se refutan las excelencias atribuídas á esa pieza. La ventaja de que, como pesan menos, se pueden instalar en mayor número, es ilusoria; si se colocan muchas en batería, el rebufo y el choque de gases del disparo de una pieza, influyen en los apuntadores y sirvientes de la otra, con lo cual se pierde en rapidez y precisión; si se instalan en casamatas y la protección es grande, representan un peso enorme y desproporcionado con el de la misma artillería; y si apareados en torres, la sencillez desaparece por completo. De modo que resulta que la ventaja sólo puede referirse á baterías poco protegidas. Pero, admitido un peso fijo de protección, es preferible utilizarle para piezas de considerable potencia.

El desideratum de economía sería encerrar, á ser posible, todas las piezas de un buque dentro de una sola torre, y esto es precisamente lo opuesto á querer compensar número de piezas por calibres inferiores.

Se afirma que el cañón medio es más sencillo y más rápido. Tal sencillez, que existe efectiva y realmente para el cañón de 15 centímetros, es ya dudosa, por ejemplo, en el de 21, que aún se comprende entre esta artillería.

El cañón grueso tiene trayectoria más definida, más precisa á una distancia dada que, si es grande, exige en el de calibre medio una cuidadosa observación y rectificaciones que están en absoluto reñidas con la rapidez.

Se añade que el cañón medio produce el efecto definitivo de un martinete por sus numerosos blancos, que chocando quebrantan la construcción, destrozan las partes no protegidas y desmoralizan á las tripulaciones.

A esto puede contestarse que un proyectil impotente para perforar una plancha lo es también para fragmentarla, aun en grado mínimo, y para causar su desprendimiento si su consolidación en el costado ha sido ejecutada cuidadosamente. Para conseguir resultados semejantes se necesita un número mayor de impactos en la plancha. Dicha ventaja sería aceptable, sin discusión, admitiendo que no solo es cierto lo acabado de expresar, sino también que la energía resultante de la suma de impactos necesarios para resquebrajar una plancha, es igual á la energía precisa para perforarla en un solo punto. Tal extremo no puede ni podrá resolverse con claridad, pues no son comparables efectos tan distintos como una perforación, que de hecho destruye, y una percusión más ó menos perforante; pero lo que Mr. Descowich, de la marina austriaca, pone de relieve en un trabajo reciente es que la energía de fragmentación, digámoslo así, de destrozo por choques y de inutilización por desprendimiento de tablones, tornillos y tuercas del asiento de la plancha, la cree muy superior, por las condiciones en que se efectúa el tiro, á la que representa un impacto perforante. En cuanto al destrozo de las partes no protegidas, nos parece que se podrá oponer que queda contrapesado con el efecto, casi igual al de un torpedo, que causa un grueso proyectil en las partes vitales descubiertas por el balanceo, y respecto á la desmoralización de los tripulantes hay que reconocer que si realmente la produce la mayor rapidez de tiro del cañón medio, no debe ser motivo de enardecimiento para nadie sufrir las consecuencias del impacto de granadas que cargan 36 kilogramos de melinita arrojadas desde 6.000 metros.

Ese efecto de la artillería media obliga á proteger durante el com-

bate á las armas y á los hombres tras espesores proporcionados á los proyectiles de que tratamos. Esto si que se reconoce como incontestable. Si el buque contrario lleva cañones de calibre medio hay que precaverse de ellos en las maniobras de cubierta, dirección y arboladura.

La elección del proyectil único, granada semiperforante y rompedora á la par, nacida de esta controversia, trata de suplir ambos resultados, es decir, unifica en efectos uno y otro tiro. Los detalles los hemos de examinar con toda atención al tratar de los proyectiles y allí encontraremos la justificación de lo expresado.

2.° *La artillería gruesa puede considerarse como sencillamente manejable.*—Se le atribuía poca rapidez y actualmente el cañón de 30,5 centímetros dispara dos veces por minuto, cuanto antes hacía, á lo sumo, un disparo durante tres. La falta de apreciación ya no es defecto, por los sistemas telemétricos perfeccionados de día en día. Antes era difícil el centralizar y escalonar el tiro, por no existir medios prácticos para trasmitir mecánicamente las órdenes, dificultad obviada en la actualidad toda vez que la trasmisión electromecánica es uno de los rasgos más ingeniosos y salientes del buque moderno.

Asi como un oficial lleva en la mano la marcha del buque, otro que esté suficientemente experimentado puede dominar su potencia artillera y escalonarla. La inexperiencia del personal de artillería se subsana con ejercicios frecuentes, como sucede en las principales marinas europeas.

Por consiguiente el cañón de 30,5 es en el momento presente tan manejable como el de 15 ó 19, aunque se le reconozca menos rapidez. Tambien tiene más alcance, más precisión dentro de ese alcance, y más potencia destructora, lo que proclama á todas luces su superioridad para el combate.

Si es superior, claro es que conviene el mayor número; pero algunas marinas, sin conformarse todavía, combinan y mezclan las dos clases de artillería en nuevas construcciones, y hay que comprender, aun siendo profano, que no sólo unas piezas estorban á otras, en el caso de ser heterogéneas, sino también la confusión que se origina en la dirección del fuego.

Resuelto que debe haber unidad dentro del gran calibre, queda por escoger éste.

Para comparar, por ejemplo los calibres de 30,5 cm. y 23, Mr. Descowich cita los datos del tiro efectuado á 5.000 metros, batiéndose ambos cañones.

Las diferencias balísticas se traducen en que, á esa distancia, el más grueso perfora 316 milímetros de plancha Krupp y el otro 274, ó sean 42 milímetros menos.

Deduce que las seis torres de cañones de 30,5 cm. pesan 120 toneladas más que las de los de 28; pero, como las perforaciones de aquéllos obligan á mayor espesor, las fajas del buque que monte cañones de 28 pesarán 260 toneladas más, quedando una ligereza relativa para el acorazado que lleve piezas de 30,5 de 140 toneladas, útiles, por ejemplo, para artillería antitorpedera. Señalamos estas cifras, como otras que se citan después, porque acusan detalles de distribución de cargas y son la base de los procedimientos del ataque moderno á distancia.

En definitiva: el calibre mayor y único, supuesto gran desplazamiento total, da la mayor potencia artillera posible y, al mismo tiempo, rinde más el peso límite destinado á protección y artillería.

Ventajas de los grandes desplazamientos.

Los resueltos partidarios de las grandes unidades, sobre ponderar sus excelencias para la ofensiva, refutan las razones que se les oponen basadas en el peso enorme del acorazamiento, en la difícil distribución de éste, y en el precio total de la construcción.

En el referido trabajo de Mr. Descowich encontramos datos comparativos referentes á dos acorazados, iguales en protecciónu absoluta y de tonelajes antiguo y moderno; antiguo el *Braunschwagh*, 13.200 toneladas, y moderno el *Satsuma*, 19.200.

1.° La coraza del de 13.200 pesa 3.400 toneladas.
Id. — 19.200 — 4.000 —

La primera es el 25,75 por 100 del peso total y la segunda el 21 por 100 ó sea $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{5}$ respectivamente.

2.° Coraza y armamento deben pesar el 40 por 100 del total.

La diferencia de tonelaje de los buques que se comparan permite casi duplicar el armamento.

En efecto:

19.200 $\times$ 0,4 = 7.680; 7.680 — 4.000 = 3.680 útiles para artillería.
13.200 $\times$ 0,4 = 5.280; 5.280 — 3.400 = 1.880 íd. íd.

$$\frac{368}{188} = 1{,}97.$$

3.° El citado marino lleva la defensa al terreno económico y dice: Dos *Satsumas* cuyo desplazamiento global es de 38.400 toneladas costarán 96

millones de coronas, apreciando en 2.500 coronas (1) el precio de la tonelada; cuatro *Braunschwagh* que representan 52.800 toneladas costarían 132 millones de coronas.

Distintos métodos de armamentos.—Artillería antitorpedera.

Existen, respecto del particular, tres criterios distintos que pueda decirse se personifican en las marinas de diferentes naciones.

1.° El *gran calibre único*, peculiar de Inglaterra y Estados Unidos, que no solo se manifiesta en el *Dreadnought* sino que ya, sin timidez, se señala en el *Bellerophn* y *Superb* de mayor tonelaje, y, de manera más resuelta aún, en los tipos recientes dotados de 8 cañones de 35 cm. ó de 12 de 30,5, sin más calibres intermedios que los de artillería antitorpedera de 10,2 que se tienden á elevar á 15 cm., calibre medio inferior.

2.° El *calibre único más reducido*, adoptado, hasta ahora, en Alemania, que arma sus buques tipo *Nassau* con 16 cañones de 28 centímetros, compensando la inferioridad con el mayor número de piezas. La casa Krupp, últimamente, ha presentado nuevos cañones de marina, que examinaremos al detallar la artillería naval.

3.° El *gran calibre vario*, criterio hasta cierto punto vacilante, muy generalizado, y que se personaliza en el *Satsuma* (japonés) de 4 cañones de 30,5 cm., y 10 de 25, elevando, en cambio, el poder de las piezas antitorpederas y en el *Danton* (francés) cuya artillería combina 4 cañones de 30,5 cm., y 12 de 24.

Posteriormente parece que predomina la unidad de calibres en ambas naciones, como lo prueban los proyectos del *Jean Bart* y del *Aki*.

(1) La corona equivale á 1,05 francos, y al cambio corriente 1,13 pesetas. Dicho coste por tonelada representa 2.825 pesetas, y un barco de 15.000 valdría 42.375.000 ptas. El *Río Janeiro* aseguran importará 29.000.000 libras esterlinas ó sean 72.500.000 pesetas, y por tonelada 2.265 pesetas; al *Dreadnought* le asignan algunos anuarios 43.000.000 francos. Nos parece que en estas cifras hay errores pues el *Hatsuse*, que perdió el Japón, valía 40 millones y no pasaba de ser un acorazado de tipo corriente; parece imposible que aumentándose en tanta proporción tonelajes y armamento el precio solo ascienda á 3 millones más. En todo caso Inglaterra y Alemania, que poseen lo que se pudiera llamar una soberbia explotación industrial, en gran escala, de material de marina, podrían servir *Dreadnoughts* en 45.000.000; es dudoso, á simple vista, que cualquier otra nación europea se halle en esas condiciones. Las revistas inglesas atribuyen 1.067 francos por tonelada para los primitivos acorazados y 2.220 para los actuales. Los 45.000.000 citados del *Dreadnought* se descomponen en la siguiente forma: casco y coraza, 19,80; artillería 2,25; montajes 8,98; maquinaria 12,18, quedando para los otros gastos de tripulación 1,79.

Se dice que el proyecto británico español de tres acorazados de 15.000 toneladas, sufrirá algunas variantes y que dos de ellos llegarán á desplazar 18.000 toneladas, dentro por completo de las ideas más modernas.

Rasgo saliente de los grandes calibres es llevar aparejados poderosos núcleos de calibres pequeños (reforzados) para alejar al torpedero: unas 16 ó 20 piezas de tiro extrarrápido, semi-automáticas, disparando 15 ó 20 proyectiles por minuto, cuyo peso mínimo es de 18 kilogramos y que pueden contener 900 ó 1.000 gramos de melinita, ó trilita. Como artillería antitorpedera emplean los grandes acorazados ingleses cañones de 4 pulgadas (10,16 cm.); pero modernísimas tendencias aconsejan que se aumente el calibre de tales piezas, llegando Alemania á emplear las de 8,2 pulgadas, (20 cm.), que no sólo sirven para batir torpederos sino partes poco protegidas del acorazado enemigo, unificando la artillería antitorpedera con la artillería media. Otras naciones, como Francia, Rusia y Estados Unidos, dotan á sus grandes buques de cañones antitorpederos cuyo calibre oscila entre 4,7 y 6 pulgadas, pero lo general es no rebasar tales límites, siendo aceptados los calibres que oscilan entre 10 y 15,2 centímetros.

Este es uno de los rasgos que precisamente distinguen á los primitivos colosos de los modernos tipos *super-Dreadnought*. En los primeros, se sigue con toda rigidez el criterio de la unidad de calibre, tanto para la artillería gruesa como para la destinada á la defensa antitorpedera. En los posteriores, observamos, por ejemplo, que el buque argentino *Rivadavia*, de 27.533 toneladas, enlaza 12 cañones de 15,2 cm. para batir partes poco protegidas, con otros 12 de 10,2 cm. para la defensa cercana, mezcla que no aparece en el acorazado francés *Jean Bart*, 23.323 toneladas, que monta 22 cañones de 14 cm., ni en el norteamericano *Arkansas* que lleva 21 de 12,7.

Tienden los modernos gigantes, por consiguiente, á convertir la artillería antitorpedera en unidades de calibres medios; pero, en tanto la práctica no lo consolide, los defensores de la evolución sostienen que combinando espoletas y proyectiles pueden conseguirse los dos objetivos citados, y preconizan, como unidad preferible, el calibre 10,2 cm., por las dificultades que presenta, en los calibres superiores, el manejo del aparato de puntería.

De modo que la defensa accesoria de un coloso del mar, después de rectificado el tiro y en andanadas de 10 piezas, puede consistir en $10 \times 15 \times 1 = 150$ kg. de explosivo rompedor, aplicados á $150 \times 17 = 2550$ kg. de metal, todo ello por minuto.

Hay que reconocer que, aunque la práctica reduzca á $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ ó $\frac{1}{6}$ y

hasta $\frac{1}{10}$ la previsión teórica, está muy bien concebida tal defensa y revela un alarde de lo que se espera de la artillería moderna.

Relación de dimensiones.

Otra distinción esencial de los nuevos buques estriba en sus dimensiones, y sobre todo en su eslora. En 1901 se consideraba que podía llegarse hasta 122 metros; (1) se veía que existiendo una relación determinaba para cada tipo entre la eslora y la manga, si de aquel límite se rebasara, debía resultar un área batida muy grande aumentándose la probabilidad del tiro, por aumentarse la superficie del blanco.

En este punto la cuestión, vinieron los progresos de la marina mercante, que logró desprenderse de ciertos prejuicios mecánicos y mediante combinaciones bien resueltas de maquinaria, que hemos de ver, alcanzó velocidades considerables, aún para grandes desplazamientos, repercutiendo el adelanto en la marina de guerra. Tácticamente, la potencia de la artillería es lo primordial. La potencia artillera depende del número y calibre de las piezas. Estas son función del peso consagrado á la ofensiva y dicho peso depende del desplazamiento del buque. Si, en definitiva, el desplazamiento debe acrecentarse, como el calado viene impuesto por la navegación, no hay otro medio que aumentar la eslora y la manga, y como, por otra parte, los perfeccionamientos de la máquina son, dor así decirlo, superiores á los del resto de la construcción naval y, merced á ellos, pueden lograrse movilidad, ligereza y rapidez de maniobra, todo ello tiende á disminuir la probabilidad del impacto del cañón enemigo, viniendo de este modo á compensarse ambos efectos.

Un acorazado es, en resumen, una *gran batería móvil, protegida* y, valiéndonos de un símil, *con montaje de eclipse.*

Se indican tales ideas con el objeto de justificar la diferencia de las esloras modernas y antiguas y como fundamento ó ideas previas de otro tipo de buque, intermedio entre los acorazados y los cruceros acorazados, como el *Inflexible* y el *Lion*, que describiremos seguidamente.

En el *Dreadnought* la relación entre eslora y manga es de $\frac{149}{25} = 5{,}96$; en

(1) Los ocho acorazados ingleses tipo *King Eduard VII* llegaban á 16.000 toneladas en 1901, con 130 metros eslora por 23,80 manga; son los que pudieran considerarse de transición. Los 6 modelos *Duncan* de 1.900, que suponen un avance en su época, tienen como dimensiones 123,5 $\times$ 23 $\times$ 8 y su desplazamiento es de 14.000 toneladas.

el *Jean Bart*, de $\frac{175}{28,6} = 5,94$; en el proyecto español $\frac{140}{24} = 5,80$ y en los antiguos no excedía generalmente de 5,37, cuyo valor alcanzó el *Duncan*.

Origen del acorazado rápido.

El capitán Mahan, conocido publicista marítimo, estima que para el combate lo más importante, esencial é indispensable es la artillería, relegando á segundo término la velocidad, cuyos aumentos considera exagerados por las siguientes razones: 1.ª, porque complica orgánicamente y hace más posibles las averías, dando lugar á percances y accidentes difíciles de evitar. 2.ª, porque creer que la velocidad es factor decisivo, es error que cunde fácilmente en la opinión del país y la política naval se deja arrastrar por esa corriente, llegándose á darle preponderancia tal, que por la velocidad se sacrifica la artillería; y además, cada buque va resultando anticuado en cuanto aparece, por ejemplo, un nuevo modelo de caldera que mejore el rendimiento del motor. 3.ª, porque siguiendo ese criterio, las escuadras, si no inservibles, son por lo menos heterogéneas: cada barco posee distinto andar y la dirección total se hace complicadísima.

A pesar de esto, y de decir que las 4 chimeneas altas y el conjunto resultan excelente blanco vertical, más fácil de batir que el horizontal de la plataforma, pues las trayectorías son rasantes y en cambio la precisión en alcance es difícil siempre; á pesar de comprender que un sólo buque veloz, convertido por un proyectil en pesada boya, basta para paralizar á la escuadra toda, que ó le abandona ó tiene que seguir su suerte á todo trance; contra tales opiniones, se impone el criterio de tener más potente artillería para batir, y marchar con mucha velocidad para evitar ser batido, ó lo que es lo mismo: luchar á gran distancia.

Estas consideraciones nos han llevado paulatinamente á exponer la idea general de lo que es el *gran crucero acorazado* ó *acorazado rápido*.

Mahan dice que crucero-acorazado son dos palabras que se contraponen. «En el crucero, semejante á un ave de rapiña de potentes alas y rápido vuelo, la potencia ofensiva y la protección deben supeditarse al andar y á la capacidad de las carboneras. En los acorazados estas dos últimas cualidades deben subordinarse á las primeras». Pensando así, es de suponer que le parecerán más contradictorias las ideas que contiene el título «gran crucero acorazado».

¿Qué distingue á este tipo? Tomemos el último modelo, el más progresivo ó el más exagerado, según se mire.

El *Lion*, proyecto de 1910, se ajusta á las características siguientes:

Eslora.....	201 metros	relación: 7,44.
Manga.....	27 —	
Calado.....	8,53 —	0,43 centímetros más que el *Dreadnought* (1).
Desplazamiento...	26.350 toneladas (8.350 más íd. íd.)	
Velocidad.....	26 millas (7 más íd. íd.)	
Armamento	8 cañones de 34,3 / 16 id. de 10,2	(También superior.)
Protección, espesores máximos	faja..... 15 centímetros. / puentes.. 5 —	

Este tipo, como se ve, es una exageración del *Invencible* de 1907, cuyas dimensiones correspondientes son 161 × 16,9 × 7,93, su desplazamiento 17.250 toneladas, con 26 millas de andar y 6 cañones de 30,5 y 16 de 10,2 cm.

Vemos con esto cuál es la sustitución del tipo del crucero de combate; ya no se hablará de cruceros de 1.ª, de 2.ª ó de 3.ª, sino de acorazados y cruceros, buques los últimos sin protección alguna, de mucho andar, sin condiciones para un combate serio, útiles para apresar la marina mercante enemiga, para vigilar, explorar y coadyuvar, si acaso, al bombardeo de un puesto indefenso. Los combates se entablarán entre colosos y acorazados rápidos.

*
* *

En resumen: una escuadra necesita elementos para el combate á distancia y para el próximo, y otros intermedios de exploración.

Entre los primeros se cuentan tres tipos:

Acorazado de gran calibre único.

Acorazado.

Acorazado rápido.

El segundo se acepta como medio de utilizar los construídos antes de la actual evolución, preconizando la mayor parte de los tratadistas la importancia del primero y el último.

En realidad la escuadra ideal, de una nación que, disponiendo de cuantiosos medios, se propusiera formar una gran flota con arreglo á los modernos principios, se compondría de:

(1) En los anuarios figura este calado; pero en las pruebas parece ser que el *primer coloso del mar* llegó á sumergirse 9,46 metros, resultando ser éste uno de sus mayores defectos.

Elementos para el combate á distancia.

Acorazados { *a*, de línea
b, rápidos

Elementos para la exploración.

c) explorador, que es el actual crucero.

Elementos para el combate próximo.

d) torpederos y destroyers.
e) sumergibles.

Entre los acorazados de línea existen diversos sistemas con arreglo á diferentes ideas y á numerosas tendencias. Reunimos los datos de los principales, á que ya nos hemos referido, en el cuadro de la página 20; pero debemos insistir una vez más en que, hoy por hoy, no se admiten el primero ni el segundo y en que el cuarto está sin sancionar aún.

Fijados los términos del programa, examinaremos paulatinamente la marcha global del acorazamiento y del cañón, los medios de ataque, el radio de acción y los motores.

Tenemos explicadas las diversas clases de unidades, las «especies». Confrontaremos lo que decimos con la dotación de las diferentes naciones, pues nuestros razonamientos sobre calibres, tonelajes, objetivos ofensivos, etc., etc., carecerían de fuerza si, en la práctica, se estuviesen construyendo acorazados estilo *Duncan* ó cruceros acorazados tipo *Ernesto Renan;* á este fin presentamos un estado general y resumido (página 21) de las fuerzas navales de las grandes potencias, glosando cuadros, tomados de una Revista yanqui, que ofrecen especial interés y que, para el efecto demostrativo que perseguimos, se condensan en uno solo, que se refiere únicamente á las unidades de combate y exploración.

La columna cuarta prueba la escasa fe en los acorazados que se titulan antiguos.

Las quinta y sexta acusan la existencia de los *Invencibles* ó acorazados rápidos.

La octava demuestra la decadencia del crucero acorazado; en este punto triunfa la idea de Mahan en cuanto á lo que tiene de labor crítica, pero no en cuanto á sus ideas de «especies», pues sólo admite, como tipo de combate, el crucero protegido y el acorazado más potente que el ordinario, sin decidirse, en definitiva por el «coloso». Hay que conceder que tales ideas y la de no mostrarse en desacuerdo absoluto con el cañón medio, son prudentes, por lo menos.

Para terminar este asunto y sólo á título de curiosidad, exponemos á

ESTADO COMPARATIVO DE LA EVOLUCIÓN DEL ACORAZADO

DATOS	Acorazado ordinario tipo "Duncan,,	Acorazado de transición tipo "Eduardo VII,,	Acorazado de gran calibre único tipo "Dreadnought,,	Acorazado super Dreadnought tipo "Río Janeiro,,
Desplazamiento, toneladas	14.000	16.000	18.000	32.000.
Eslora, metros	123,50	130,00	149,00	156,65.
Manga, metros	23,00	23,80	25,00	27,00.
Calado, metros	8,00	8,15	8,10	7,80.
Armamento	4 cañones 30,5 cmts. 12 — 12,5 íd. 10 — 16,0 íd. 6 — 4,7 íd. 4 tubos lanza-torpedos.	4 cañones 30,5 cmts. 4 — 23,4 íd. 10 — 15,2 íd. 6 — 7,6 íd. 4 tubos lanza-torpedos.	10 cañones 30,5 cmts. 20 — 10,2 íd. 5 — 5,0 íd. 4 — 7,5 íd. 2 tubos lanza-torpedos.	12 cañones 35,5 cmts. 14 — 14,2 íd. 14 — 10,2 íd. 3 — 7,5 íd. 6 ametralladoras. 3 tubos lanza-torpedos.
Velocidad máxima, nudos	18	18,50	19	22.

FUERZAS ACTUALES Y EN PROYECTO DE LAS DISTINTAS ESCUADRAS

NACIONES	DREAGNOUGHTS		ACORAZADOS		INVENCIBLES		CRUCEROS ACORAZADOS		OTROS CRUCEROS	
	Actuales.	En construcción	Actuales.	En construcción	Actuales.	En construcción	Actuales.	En construcción	Actuales.	En construcción
Inglaterra	4	11	49	»	3	2	35	»	82	12
Alemania	2	8	24	»	»	3	9	»	39	6
Estados Unidos	2	6	25	»	»	»	12	»	35	»
Francia	»	»	17	6 (*)	»	»	21	»	20	»
Japón	»	2	12	1	»	1	11	»	17	»

(*) Se ha aprobado el proyecto de convertirlos en grandes unidades.

continuación el estado probable de las flotas de combate en 1920, partiendo de dos hipótesis esenciales: 1.ª, que las naciones de que se trata, siguen en la misma relación de incremento naval que actualmente, y 2.ª, que no se cuentan entre las unidades de combate los acorazados de más de veinte años y los pequeños barcos construídos en los últimos quince, los cuales pueden tener destino para otros usos.

NACIONES	COLOSOS	RÁPIDOS	EXPLORADORES	DESTROYERS
Inglaterra	44	50	82	265
Alemania	33	25	38	144
Estados Unidos	23	31	18	50
Francia	21	24	20	250
Japón	22	7	17	100

Con este cuadro á la vista, aunque concreta poco respecto á las condiciones de las distintas unidades, se puede hacer alguna conjetura, con arreglo á las dos tendencias conocidas por «two power standard» y «two-to-one-standard».

Según las ideas imperialistas más refinadas, en el mar debe procurarse mayor poder que el de los dos Estados más fuertes, ó doble del que más tenga, todo ello medido en acorazados.

En 1920 Inglaterra dominará por mar á Francia y al Japón, bien aislada, ó bien colectivamente; para tener doble poder que Alemania le faltarán 22 acorazados.

Distintos buques.

Explicadas las bases del sistema naval moderno y después de cuanto queda apuntado respecto á la organización de las grandes unidades de combate, debemos reseñar las características de las unidades complementarias, ó sea lo que concierne á los tonelajes del servicio auxiliar.

Cruceros.—Los cruceros son importantes para exploraciones, sorpresas y flanqueos, debiendo estar dotados de la mayor velocidad, compatible con su eficacia. De su evolución se dá cuenta anteriormente; pero todavía se distinguen dos clases: *crucero acorazado*, que es de mayor desplazamiento, menos andar, aproxima su misión y poder al del acorazado, con el que se confunde; y *crucero protegido*, que tiende al que actualmente se denomina *crucero explorador*, de gran velocidad y menor porte, adecuado para investigar, para perseguir al buque mercante y poder batirse, aunque sea otra su misión.

El *Ernesto Renan* es un crucero-acorazado que empezó á construirse

en 1900 y se terminó en 1909. Desplaza 13.644 toneladas; es de dos cubiertas protectrices con faja intermedia de tipo corriente, cuya altura total es, en el centro, de 3,70 metros y su espesor 300 milímetros; monta 4 piezas de 19,4 cm., en dos torres extremas; 12 de 16 cm., entre casamatas y torres; 28 de 47 mm., y 2 tubos lanzatorpedos. Su radio de acción es de 7.500 millas con carga normal.

Explorador. Su característica es la gran velocidad; su misión principal las exploraciones y servir de estafetas. Para lograr velocidades grandes se necesitan grandes desplazamientos y entonces tiende á confundirse con el crucero acorazado, así como éste se asemeja cada vez más al acorazado ordinario.

Inglaterra tiene los cruceros *Bristol,* de 5.000 toneladas, que llevan 2 cañones de 15 centímetros y 10 de 10. Los Estados Unidos no consideran muy valioso el servicio de estos barcos, habiéndose llegado á negar el Parlamento autorización para construirlos. El Japón cuenta con varios de unas 4.000 toneladas. Alemania concede gran importancia á estos cruceros, que llama «los ojos de la escuadra», y posee bastantes tipos de *Scouts,* con tonelajes de 3.200 á 4.230, cubierta protectriz por toda defensa y armamento de 12 cañones de cuatro pulgadas, y 8 de calibres inferiores.

Se aconseja para estos barcos tonelajes máximos de 5.000 toneladas, velocidades de 26 millas y armamento de 4 cañones de 20 centímetros y 10 de 10, debiendo, sobre todo, estar dotados de estaciones radiotelegráficas.

Destroyers.—Esta clase de buques se ha creado para destruir al torpedero. Habiendo evolucionado éste, y dotándosele de condiciones marineras para acompañar á las escuadras, se confunde con el destroyer y ambos se aproximan al crucero pequeño ó protegido.

En Francia se han construído últimamente nueve de 400 á 450 toneladas, que alcanzan velocidades de 30 millas y llevan, como el *Chasseur,* turbinas Parsons que desarrollan fuerza de 8.500 caballos.

El almirantazgo inglés, en el programa de 1909-1910, ha proyectado veinte destroyers de unas 1.000 toneladas, qué son verdaderos cruceros. Llevan turbinas que aprovechan combustibles líquidos; su armamento lo forman 4 cañones de 101 milímetros, 4 de 76 y 4 tubos.

El *Swift* desplaza 1.800 toneladas y su velocidad es de 36 nudos, la mayor de las alcanzadas hasta ahora en la marina militar.

Para conservar la gran velocidad que les caracteriza se huye de aumentar su peso, con lo cual se hace muy difícil el acorazamiento de estos barcos que algunos pretenden limitarlo á una cubierta protectora.

Torpederos.—Los torpederos se dividen en dos grupos: los grandes,

que acompañan á las escuadras ó torpederos de alta mar, y los pequeños, destinados á defensas móviles.

Los primeros tienen un desplazamiento de 500 á 900 toneladas, están armados con uno ó dos cañones de 10 centímetros, varios de 65 milímetros y los tubos. Son muy rápidos (31 nudos).

Los segundos deben alcanzar solo unas 180 á 200 toneladas, lo cual basta para la defensa de costas. Se han construído algunos, como los *Durandal,* de 300, y aun otros de 450; pero éstos ya se confunden con los grandes, sin que se vea la necesidad de ello. Por su poco calado no tienen doble fondo, ni cubierta protectora, yendo las cuadernas desde la quilla á la cubierta alta y en todas sus partes se ahorra el peso posible sin perjuicio de la resistencia.

El uso del combustible líquido, que sobre eliminar el humo permite las ventajas de poder aumentar la velocidad y el radio de acción, simplificando el trabajo, se emplea en los modelos modernos, arrostrando los inconvenientes de su coste y de su riesgo de inflamación durante el combate.

Las flotillas organizadas en Alemania se componen de barcos de 400 toneladas como mínimum, y un andar que algunas extreman á 34 millas por hora. En ellas uno de los torpederos, separado de los restantes, hace de jefe de la flotilla, que se compone de 11 unidades.

A medida que se va consiguiendo el aumento de velocidad en los submarinos, se adivina, con creciente verosimilitud, la fusión entre torpederos y submarinos. El submarino de motor único ha de ser el torpedero del porvenir.

Hasta que se llegue á ese ideal, y aunque todavía no ha entrado en el terreno de la práctica, se ha creado un tipo de transición: un torpedero semi-submarino *(sub-surface-torpedo-boat).*

Su objeto es permitir acercarse á plena luz al buque enemigo con una velocidad de 25 millas. Consta de un casco de superficie de forma análoga á los de los torpederos, del cual se suspende otro en el que van el torpedo, el motor y los depósitos de gasolina.

El primero, dividido en compartimientos rellenos de celulosa, sufre los proyectiles enemigos y, al hacer agua, la hinchazón de la celulosa impide la invasión de aquélla. Así llega hasta el barco contrario, permaneciendo inmunes las partes vitales que van en el casco sumergido.

Portaminas.—Para este uso se destinan cruceros antiguos, como el *Apollo* inglés, ó bien se emplean los submarinos, que es donde encuentran su principal aplicación. Como no les precisa combatir, se pueden disminuir su tonelaje, su velocidad y su radio. Todas esas disminuciones pueden utilizarse para llevar, en cambio, á lo largo del casco, sobre

sus costados debidamente protegidos y de un modo simétrico, las minas que se hayan de transportar, calculándose que de este modo se pueden instalar 50 ó 60 por cada unidad.

Submarinos y sumergibles.—Los submarinos, después de hacerse prácticos y útiles para los combates navales, han sido sustituídos por los sumergibles, cuya supremacía actual no puede negarse. Las diferencias entre los submarinos puros y los sumergibles son notables. No estriban en la duplicidad de motores, que de ordinario llevan los segundos, sino en su forma y en sus condiciones, sobre todo en lo que respectan á flotabilidad, pequeña en los primeros cuya forma más general es de cigarro, y grande en los sumergibles, de secciones que se aproximan á las corrientes de los buques. Los últimos llevan casco doble, parcial ó totalmente, y los compartimientos de agua se establecen entre ambos cascos, mientras que en los submarinos resultan internos. Si al desplazamiento de uno de estos barcos sumergidos restamos su desplazamiento á flote, tendremos su flotabilidad en toneladas, y si relacionamos ésta con el total desplazamiento, encontraremos un valor, expresado en tanto por ciento, que recibe el nombre de «coeficiente de flotabilidad», y que sirve para clasificarlos.

En los submarinos varía dicho coeficiente de 4 á 10 por 100, llegando en los sumergibles hasta el 40.

Los submarinos puros, cronológicamente anteriores, apenas permiten ser habitados, resultan incómodos para las tripulaciones, de armamento deficiente y de pésimas condiciones marineras. La colocación de puentes apuntalados sobre los mismos, da malos resultados, y los tubos lanza torpedos, en proa y popa, les hace cabecear, resistiendo poco y rindiendo utilidad deficiente.

Los motores, en un principio eléctricos, fueron después también térmicos, aumentando su potencia para acrecentar la velocidad, siempre escasa. El *Emeraude,* de los más perfeccionados franceses, alcanza 12 millas en la superficie y 9 sumergido.

Como los motores de combustión interna no pueden aumentar su potencia relativa á su peso con la rapidez que lo hacen los desplazamientos, resulta limitado el probable progreso de los submarinos. A continuación reunimos en un cuadro las características de varios tipos modernos.

Submarinos puros.

TIPOS	Desplazamiento.	Dimensiones.		Tubos lanza torpedos.	OBSERVACIONES
		Eslora	Diámetro.		
Tipo americano "Octupus,...	$\frac{236}{273}$	32,3	2,00	1	2 hélices
Tipo inglés Holland "C,,....	$\frac{290}{314}$	41,1	4,11	1	En 1908 se ha botado el "D,, cuyo desplazamiento es $\frac{570}{604}$
Tipo francés "Emeraude,,...	$\frac{393}{475}$	44,6	3,9	4	2 motores de petróleo 2 ídem eléctricos. 2 hélices.

Francia primero, y las demás naciones después, adoptaron con entusiasmo el *sumergible,* como más náutico, más habitable, de radio de acción superior, mayor velocidad en la superficie y armamento más poderoso.

El sumergible se mueve con el mar, lo que pone á su cubierta en mejores condiciones que el puente de los submarinos para evitar ser alcanzado por las olas. Aunque se preconiza que no debe pasarse de las 600 toneladas, con las que se obtiene una velocidad de 16 millas en la superficie, se construyen modelos, como el proyectado por Bourdelle, de 810 toneladas de desplazamiento.

En los submarinos y sumergibles es de la mayor importancia la división en compartimientos estancos como medio de salvación, según se demostró con el francés *Jarfcdet* y el italiano *Squalo,* cuyas tripulaciones se salvaron por poder guarecerse en alguno de ellos, mientras se inundaban otros. Se exige, para no perder la horizontalidad, la inundación de los departamentos simétricos á los de la avería.

Dicha subdivisión, por otra parte, separa á los tripulantes y llega hasta hacer angustiosa la falta de espacio donde moverse.

Por periscopios adecuados consiguen estos barcos ver lo que les rodea, haciendo que sobresalga á la superficie un tubo óptico, cuya rotura es un accidente grave.

Su armamento lo constituyen, por lo general, torpedos automóviles. Con la habilidad de su maniobra y poder operar de día, logran dichos buques supremacía respecto de los torpederos, condenados á valerse de la noche para lograr resultados positivos.

Una de las especialidades de sumergibles es el *sumergible crucero,* cuyo radio de acción es considerable para maniobrar de lejos en bloqueos y operaciones análogas. Actualmente se ha construído uno, que se deno-

mina *Arquimedes*, de 60 metros de largo y 5 de manga, que sumergido desplaza 800 toneladas. Lleva siete tubos; su dotación es de cinco hombres; sus motores son turbinas; posee dos hélices, y la maniobra se hace con motores eléctricos. Está en pruebas y depende su éxito del viaje entre Cherburgo y Tolón.

Se extiende la opinión favorable á los sumergibles. Inglaterra, que se resistía, ya ha ensayado con éxito su *D*, de doble casco parcial., y para tener idea de los últimos adelantos de estas maravillosas construcciones navales, insertamos en un cuadro algunos datos relativos á diferentes tipos:

Sumergibles.

NACIONES	TIPOS	Desplazamientos.	Coeficiente de flotabilidad.....	Dimensiones. Eslora m.	Dimensiones. Manga m.	Porta-torpedos.	Velocidades-millas Superficie	Velocidades-millas Sumergido	OBSERVACIONES
Francia...	Narval 1899...	117/201	41 %	34	3,75	4	9	5,5	Casco doble completo; sección no circular.
—	Sirena 1901...	157/214	26 %	33	3,85	4	10	6	2 hélices.
Estados Unidos...	Protector 1902.	136/174	22 %	20,4	3,40	3	9,5	6,5	Sección circular.
Alemania	Germania Krupp 1905.	195/240	19 %	39,9	3,05	1 á proa.	11	7	Idem, íd.
Francia...	Pluviose 1907.	400/550	27 %	51,0	5,00	6	12	8	No circular; casco doble parcial.
Italia.....	Laurenti 1910.	245/301	18 %	45,15	4,20	2	13,5	8	Lleva 2 motores de combustión interna

Auxiliares: Buques talleres.—Los buques auxiliares tienen, á no dudar, importancia extrema. Entre ellos, y además de los que proporcionan agua, municiones, carbón, etc., merecen citarse los buques talleres, que permiten rápidas é indispensables reparaciones.

El tipo *Ciclops*, del almirantazgo inglés, es modelo de su clase. En su fondo, junto á las calderas, van los talleres de fundición, forja y maquinaria, es decir, cuantos necesitan fuego activo. Pueden fundirse en

el primer taller grandes cantidades de metal, llevando un cubilote, que facilita hasta una tonelada de masa de moldeo; una poderosa grúa eléctrica transporta los materiales de uno á otro lado del barco, y su herramental, moderno y perfeccionado, rivaliza con el del mejor taller fijo. En el de forja va una prensa de pilón, movida por fuerza hidráulica y aire comprimido, no usando martillo de vapor para evitar vibraciones perjudiciales al buque. Encima de la forja, en la cubierta principal, está la calderería, que puede fabricar hélices, tubos, etc.; en popa lleva el taller de carpintero, con un torno, taladros, sierra circular y demás útiles; y en la cubierta alta la cerrajería, armería, taller de ajuste y electricidad. Dínamos de 600 amperios y 105 voltios proporcionan la flexible energía eléctrica que se utiliza en motores para distintos trabajos y en el alumbrado.

Han dado estos buques resultados excelentes, y las dimensiones del *Ciclops*, á que nos referimos, son 140 metros de eslora, 16,75 de manga y 12,50 de puntal, lo que indica que la misión principal de este arsenal flotante está lejos de la costa.

Barcos bombas.—Otros buques auxiliares necesarios para organizar el servicio de incendios dentro y fuera del puerto y para poner á flote los submarinos, son los barcos-bombas. Los antiguos, que las llevaban de pistones, eran poco eficaces; pero los modernos, provistos de potentes turbinas de vapor, de gran velocidad de rotación, accionan sobre bombas centrífugas, con las cuales se consigue suministrar gran cantidad de agua á presión. La altura á que sube el líquido es proporcional al cuadrado de la velocidad de rotación, y como ésta es considerable en la turbina, se puede acoplar al eje de ella una ó dos bombas de gasto variable. Se emplea una ingeniosa disposición, que consiste en montar en serie dos bombas, con lo cual, aunque el gasto será el de una sola, la presión resulta doble que la lograda por cada bomba aisladamente. Esto, susceptible de importantes aplicaciones, hace á estos barcos muy útiles por ser potestativo de ellos llevar el agua á donde haga falta, y obtener, según sea preciso, mucha cantidad ó mucha presión.

El *James Duane*, de Nueva York, proporciona 20 metros cúbicos á 11 kilogramos de presión, por minuto y bomba. Lleva dos centrífugas.

El *Mac Gonagle*, de Duluth, consigue por minuto 56 metros cúbicos á 12 kilogramos de presión, ó 28 á 24, con lo que hace subir el agua á 150 metros, ó se la lleva á 300 metros de distancia.

En Chicago hay barcos-bombas provistos de potentes motores eléctricos movidos por dinamos, accionadas por las turbinas del barco, que consiguen una reducción de 1600 revoluciones por minuto, quedando 170 aprovechables por las bombas.

Buque original.—Barco notable y que presta servicios importantes, es uno de los Estados Unidos, cuyo sólo objeto es destruir barcos abandonados y demás flotantes que constituyan un peligro para la navegación.

Desplaza 1486 toneladas, y alcanza velocidades considerables. Lleva una fuerte dotación de algodón pólvora, aparatos para levar, remolques, escafandras, equipo de minador y cuatro cañones de tiro rápido.

Su casco de acero está pintado, así como la superestructura, de colores vivos que sirven para distinguirle de día, y por la noche lleva luces de destellos que le denuncian.

Por la telegrafía sin conductor, los demás barcos le dan cuenta de los hallazgos de flotantes, precisando datos, para que se ocupe de hacerlos desaparecer.

CAPÍTULO II

LA PROTECCIÓN

El casco y la coraza.

Exponente de carga.—Llámase así á la distribución del desplazamiento entre los variados elementos que integran el buque. Tres de sus sumandos se contraponen: la protección, la artillería y la velocidad, aspirando la ingeniería naval á armonizarlos. Las cifras respectivas son eminentemente técnicas, especiales y variables y sobre ellas tan sólo debemos advertir que hay la idea vulgar y corriente, pero errónea por completo, de suponer que si un «coloso» desplaza, por ejemplo, 18.000 toneladas, deben aumentarse sus torres á un número considerable respecto al de tipos inferiores, olvidando que, siendo el 15 por 100 del peso total el de la artillería, 100 toneladas que se aumenten en este servicio, llevan consigo un aumento de 1500 en el total desplazamiento del buque.

Se admite, *por término medio,* la siguiente distribución:

Casco y artillería antitorpedera	35	por 100.
Protección	30	—
Artillería gruesa y sus municiones	15	—
Maquinaria	10	—
Carbón	5	—
Tripulación y accesorios	5	—

Los datos siguientes demuestran la variación del exponente de carga entre 1860, á raiz del nacimiento de la coraza, y 1905, fecha en que empiezan á señalarse como prácticas las ideas del Coronel Cumberti:

	1860.	1905.
Casco	52,6	34,0
Protección	14,1	28,0
Artillería gruesa	3,5	18,0
Maquinaria	10,0	11,5
Carbón	9,8	5,0
Carga	10,0	3,5

Casco.—En él se comprende, para calcular su peso, además del casco propiamente dicho, cuanto forma parte del firme del buque, como puertas, menaje, tuberías, escalas, etc.

Economizando peso, merced á vaciados que no comprometan la resistencia, á suprimir detalles como los cepos de las anclas, á no forrar los pañoles, á elegir el material cuidadosamente y á distribuir bien los servicios, se llega á conseguir que el casco represente un 35 por 100 del total desplazamiento en los modernos buques de combate, mientras los mercantes le dedican por lo menos un 50 por 100.

Para defender el casco de un buque de los efectos del torpedo, su temible enemigo, se localizan las consecuencias de la avería empleando la forma celular, por medio de mamparos que subdividen en compartimientos los fondos, y se acorazan éstos dándoles suficiente resistencia. A primera vista parece que para ello serán precisas planchas exageradamente gruesas que aumenten el peso en proporción considerable, pero se obvia inconveniente tan capital merced al estudio de los fenómenos de las explosiones bajo el agua. Tales explosiones producen efectos de vibración, propagados con velocidades semejantes á las del sonido, y efectos locales de destrucción, que varían con las cargas y con la distancias de ellas á las planchas.

Numerosas experiencias han comprobado que las presiones y trabajos disminuyen rápidamente al alejarse las cargas, y que, al aumentar la magnitud de éstas, aumentan dichos efectos en menor proporción. Así se demuestra, por ejemplo, según datos publicados por el General Marvá, que 100 kgs. de algodón pólvora, colocados junto á una plancha, producen presiones cuarenta veces mayores que colocados á 1,5 m. de la misma. En su consecuencia, un forro exterior débil, pero que detenga á un torpedo de 100 kgs., permite emplazar á 1,5 de este forro la verdadera carena acorazada, cuarenta veces menos resistente que la necesaria para soportar directamente los efectos de la explosión.

De ahí el empleo del doble fondo que, para facilitar la construcción, se establece en algunos casos triple, dividiendo en dos pisos el fondo hueco, consiguiéndose de tal modo la defensa de los cascos de la obra viva con planchas relativamente delgadas.

En el casco de un barco de guerra hay que considerar diferentes partes. La *quilla vertical* la forman una hilada de planchas de acero, unidas con tapajuntas remachadas, cuyos espesores miden 15 milímetros en los acorazados y 10 en los cruceros, y sus alturas 1 metro en aquéllos y 0,90 en éstos. Todos estos buques llevan *doble fondo*, uniéndose al canto superior de la quilla el fondo interior y al canto bajo el fondo exterior. Por la proa termina la quilla en una pieza de acero ó bronce fosforado,

que es la *roda*, y que varía en forma según lleve ó no espolón. Siendo muy difícil que los navíos modernos lleguen á la embestida, se suprime, por lo general, el espolón, reforzándose la proa con el *mamparo de colisión*, que llega hasta la cubierta alta y se consolida convenientemente colocándose detrás de él otro, formando ambos un *cofferdam* para garantizar invasiones de agua.

En popa la quilla vertical se remata en el *codaste*, de materiales análogos á los de la roda, y que sirve de eje de giro del timón ó de alojamiento á las hélices.

En el sentido de la longitud van las *vagras*, de construcción semejante, que resisten los esfuerzos de compresión y que son estancas y no estancas, alternativamente. Los acorazados llevan cinco por banda.

Para oponerse á las deformaciones transversales y servir de apoyo á los forros en los cantos bajos de las vagras, se sujetan las *cuadernas*, que son piezas en ángulo y, en los cantos superiores, las *contra-cuadernas*, angulares invertidas, completando la subdivisión celular las *varengas*, planchas que unen dichas piezas entre cada dos vagras.

Tal es el esqueleto del buque que forran los fondos y las cubiertas, y que se consolida en las extremidades y en la parte que ha de servir de apoyo al blindaje vertical, haciéndose completamente rígidos.

La parte exterior del doble fondo la componen las *quillas horizontales*, externas ó internas; las planchas de fondo, que constituyen la obra viva y van al tope con tapajuntas y remaches estancos ó montando una sobre otra; y las cintas. Las dimensiones más corrientes de las planchas de fondo de acero son de 6 metros por 1,50, y el grueso variable desde 6 milímetros en los destroyers á 15 en los buques mayores.

Para alojar el blindaje el forro presenta un entrante ó caja, donde se coloca la coraza. Las cintas son las planchas que resultan á la altura de las cubiertas. El forro interior, de forma y elementos análogos al exterior, presenta aberturas y registros para la inspección del espacio comprendido en el doble fondo. Los barcos que han de permanecer largas temporadas sin entrar en dique, llevan además otro de cobre, que se aisla del de acero por un intermedio de madera de teca, generalmente, tomándose grandes precauciones para evitar que el agua penetre entre los dos.

Con el fin de sostener las cubiertas y arriostrar los costados, se establecen los *baos*, piezas angulares reforzadas ó en forma de T, y cuando, por su longitud, es de temer en ellas los efectos de la flexión, se apuntalan con tubos de acero de gran resistencia.

La subdivisión horizontal del buque en pisos, por decirlo así, se obtiene por las *plataformas* y *cubiertas*. Aquéllas no son corridas y separan bodegas y pañoles; de éstas, la primera, que protege las partes vitales

del navío, se llama *protectora;* va de banda á banda, y su espesor oscila entre 25 y 80 milímetros. En casi todos los acorazados se establece otra de acero debajo de la protectora, que detiene los cascos de granada que hayan probado atravesar ésta y recibe el nombre de cubierta *para-cascos.*

Sobre la protectora va la cubierta *habitable,* con los alojamientos para la tripulación; la de *batería,* de unos 50 milímetros, con la artillería media, y la *alta* ó *principal,* que es de 25 á 30 milímetros, completa.

Sobre la cubierta principal van otras parciales: el *castillo,* á proa; *la toldilla,* á popa, y *la volante,* para botes en el centro.

Sobre el centro de estas cubiertas van los puentes. Las cubiertas llevan forro de madera y mejor de linoleum. Se ha ensayado una especie de cemento que sustituye la ventaja al linoleum, aunque ofrece el inconveniente de incendiarse, como la madera, á grandes temperaturas.

Así como las cubiertas determinan separaciones horizontales, los mamparos sirven para las subdivisiones verticales, quedando por ellos fraccionado el buque en diferentes compartimientos.

Con ellos se forman las habitaciones y locales, como cámaras de maquinaria, calderas, etc.

Los *mamparos* pueden ser longitudinales, perpendiculares, transversales, parciales ó totales y estancos ó no estancos. Por lo general, van entre cubiertas, y en los buques de doble fondo llegan hasta el forro interior.

Los mamparos estancos, que se refuerzan convenientemente y que consiguen la subdivisión estanca, tan ventajosa para la flotabilidad y estabilidad en caso de desgarramiento de los forros, llevan ingeniosas disposiciones con objeto de que resulten de cierre hermético las puertas indispensables para la necesaria comunicación entre distintas partes del buque, cuyas puertas se pueden maniobrar colectiva ó aisladamente, por procedimientos eléctricos, desde una estación central.

Todas las precauciones son pocas, pues es del mayor interés limitar el espacio anegable en caso de avería, porque la entrada del agua puede comprometer la existencia del barco. Por un orificio de 0,5 metros cuadrados cuyo centro resulte á 1 metro de la flotación, entra en una hora, si no se le cierra el paso, un peso de agua de 8.000 toneladas. Los acorazados llevan varias bombas centrífugas y otras Dowuton de mano, que, apesar de achicar considerable cantidad de agua, resultarían impotentes si no se mantuviese la subdivisión estanca.

Un mamparo de notable importancia técnica, y que ha sido objeto de discusiones acaloradas, es el llamado de *explosión,* cuyo fin primordial es defender á las partes vitales, como calderas y pañoles, de la explosión de los torpedos, además de limitar la entrada del agua en caso de desgarramiento de los fondos. Está constituído por planchas de acero Siemens de

unos 38 milímetros, que forman una especie de cajón blindado y se emplea en acorazados tan modernos como el *Schernieu,* alemán, y *Katori,* japonés, así como en los *Ersatz* austriacos, que llevan un doble espesor de planchas desde el forro interior hasta la cubierta protectora en los pañoles, ó sea un verdadero mamparo de explosión. Cuando afecta forma de cajón, evita el contacto de dichos pañoles con el costado del buque, aumentando su protección. Aunque estos mamparos blindados hacen crecer el peso disminuyendo el radio de acción, se consideran convenientes por la mayoría de los técnicos.

Dichos mamparos, con refuerzos verticales, en un acorazado como los que construye España, representan un peso de más de 300 toneladas.

Evolución de la coraza.—Metales.—Coeficientes de mérito.

Resumen de la historia del acorazamiento. — En 1904 decíamos en las columnas del Memorial de Ingenieros (1):

«El cañón y la coraza mejoran de día en día sus cualidades para la lucha, y las experiencias que, con el objeto de detallar sus resultados, se verifican, dan á conocer nuevas y constantes mejoras, que impiden declarar la supremacía absoluta del uno sobre el elemento de combate»; y añadíamos: «La inferioridad de la coraza, á pesar de las oscilaciones aludidas, se considera hoy día próxima á proclamarse por el uso de explosivos rompedores de enorme potencia destructora.»

En 1910 se confirmó tal concepto y se formuló la siguiente conclusión: el cañón vence siempre á la coraza en el tiro de polígono, mientras que en el de combate la coraza permanece siempre inmune.

Antes de llegar á tal aserto estimamos de interés resumir brevemente los sucesivos perfeccionamientos del cañón y la coraza, pues según el General Marvá (2): «En tan obstinado pugilato, la metalurgía y la siderurgia extreman sus recursos y sus inventos» y según frase de Badsé, «la metalurgia militar constituye un capítulo interesante y de actualidad en la historia de la metalurgia moderna».

Para ello vamos á considerar varios períodos que, á nuestro juicio, pueden distinguirse:

1.er Período: Supremacía de la coraza (1859-1876).—*La Gloire* y *La Varrior,* nombres de las dos primeras fragatas acorazadas que han cru-

(1) «Ideas modernas sobre plazas marítimas».

(2) Discurso de recepción en la Academia de Ciencias. — Memorial de Ingenieros. 1903.

zado los mares (1859), son tan conocidas en su estructura, que no es necesario citar detalles referentes á su construcción. Sirva su recuerdo para consignar su mérito histórico. En este período, iniciado el ataque por el cañón, logra el triunfo la coraza, como se demuestra en el combate de la guerra de Secesión, de 8 de Marzo de 1862, en que el *Merrimac,* sudista, que era un buen acorazado de su tiempo, batió á toda la escuadra federal, compuesta de cinco fragatas y cuatro cañoneros.

Espesores máximos: 22,50 cm. Material: hierro dulce ordinario.

2.º Período: El cañón adquiere superioridad y se hacen precisos enormes espesores de coraza (1876-1890).—Al aumentar el cañón su longitud y su calibre (hasta 43 centímetros los cañones Armstrong) aumentó por encima de 500 metros la velocidad inicial de los proyectiles, que ya estaban mejorados también, pues se construían con la ojiva de acero endurecido y, en vista de todo ello, la coraza tuvo que aumentar en espesor, llegando á lanzarse al mar, en 1876, el acorazado inglés *Inflexible,* con 61 centímetros de coraza, constituída por varias planchas susperpuestas y los acorazados franceses *Redoutable,* con puentes blindados, y el *Almiral* (1881), con plancha única de 55 centímetros.

Espesores maximos: los citados. Materiales: hierro pudelado; primeros aceros; planchas compound.

3.er Período: Equilibrio del poder de ambos elementos, debido á la influencia del acero níquel (1) y á la cementación en los blindajes (1890-1905).—El pudelado es operación sencilla y de útiles resultados en piezas de pequeñas dimensiones; pero siendo muy gruesas las corazas no es de extrañar que, por diferentes medios, se pretendiera obtener el blindaje de un material susceptible de constituirlo de una sola pieza. Lo quebradizo de la fundición no permitía su empleo, hasta que en 1877 el procedimiento Bessemer-Thomas se hizo práctico y, merced á él, pudieron utilizarse las fundiciones impuras para el afino del convertidor, y entró el acero en el campo de su aplicación industrial.

Espesores máximos: 30,5 cm. Materiales: acero al cromo, níquel y temple.

4.º Período: 1905. El cañón es siempre superior á la coraza en el tiro de polígono; en el combate la coraza permanece inmune.—En la batalla de Satsuma, instructiva lucha de la que se han deducido tan provechosas

(1) En septiembre de 1890 y en el polígono de Annapolis de la marina de los Estados Unidos, se efectuaron las experiencias comparativas entre las planchas Cammel, acero Scheneider y acero niquel al 3,25 por 100, triunfando la última, lo que dió origen á que el Parlamento votase un crédito considerable para la adquisición de mineral de niquel.

enseñanzas, quedó demostrada dicha conclusión, que se comprueba con los siguientes hechos:

Varias veces se ha visto que un proyectil de 30,5 centímetros, en los ejercicios de tiro ordinario contra planchas de igual espesor, las atraviesa y estalla al llegar á la cara posterior, produciendo un ancho embudo en la masa de arena situada detrás de la plancha.

Esto es lo normal en un campo de experiencias. Pues bien, en la citada batalla, ni una sola coraza de este espesor fué perforada. Se debió sin duda tal hecho á que el ángulo de caída, calculado para la incidencia, se modificó considerablemente por el balanceo alterando las condiciones del tiro perforante; pero lo cierto es que el irrefutable argumento de la práctica apoya la conclusión establecida.

Planchas de acero.—Primero se empleó el *acero extradulce*, obtenido de llingote, que no dió resultados, ni por sus características ni por su homogeneidad, pues quedaban encerrados en su interior gran cantidad de gases que constituían oquedades. Después se usó *el acero carburado*, hasta el 0,8 por 100, que tampoco obtuvo éxito, por su mucha fragilidad.

En tales ensayos se comprendió que la coraza debía reunir las condiciones de espesor suficiente, poca fragilidad y dureza bastante para oponerse á la perforación. De ello nacieron las planchas compound, de dos capas de acero y hierro laminado, en las cuales al acero carburado se le encomendó el papel de resistir á la perforación y al hierro el de formar una especie de entramado de conjunto, apto para soportar los efectos de la percusión. El acero debe parar el golpe local y el hierro debe actuar á modo de almohadillado.

Posteriormente se ha logrado todo ello con un solo y homogéneo material, porque la citada soldadura resultó ser desde los comienzos la parte débil de la coraza así constituída.

La coraza actual es de acero al cromo-níquel, con cementación, realizada por el método sólido de Harwey ó por el del gas del alumbrado de Krupp, que se considera como más perfecto, y con temple al chorro de agua fría y á presión.

Todos estos elementos tienen una acción definida que conviene puntualizar.

El *níquel*, dosificado en 3 ó 3,5 por 100 próximamente, comunica compacidad y dureza á los aceros suaves, que componen la base íntima de las planchas de 0,30 á 0,35 de carbono, disminuyendo su fragilidad. El Coronel Más y Zaldúa señala una ventaja muy importante, y es que la adición de níquel aumenta la resistencia al rozamiento con los productos de la combustión de las pólvoras, á altas temperaturas.

El níquel, precisamente así dosificado, hace crecer un 30 por 100 el

coeficiente de fractura por extensión y un 20 por 100 el límite elástico, llegándose hasta $R = 80$ kilogramos por milímetro cuadrado y $D = 45$ kilogramos, con alargamientos de 12 por 100.

El *cromo,* dosificado en 1 por 100, completa el efecto del níquel en cuanto á dureza. Permite además la ductibilidad, compatible con la proporción de carbono y con ello favorece el trabajo de las planchas, de los proyectiles y de las herramientas. Es decir, que en la aleación, siendo ambos igualmente esenciales desde el punto de vista mecánico, el cromo facilita la forja en piezas de mucha carburación y aun de mediana, de modo que su acción es doblemente beneficiosa, pues no sólo comunica dureza al acero, sino que permite hacer accesibles al trabajo de forja y, por tanto, á determinados usos, algunos aceros ya de por sí muy duros y que de otro modo no serían utilizables.

El *manganeso,* en menos del 0,7 por 100, obra como depurativo más bien, es decir, atenúa los efectos del azufre y resíduos de cobre y arsénico, actuando sobre el oxígeno libre, sobre el óxido de hierro y sobre el de carbono, oponiéndose á la formación de sopladuras.

Cementación y temple.—El proyectil consiguió incrementar su poder:

1.° Por la adición del cromo, que aumentó su dureza, logrando el crisol, la forja y el temple hacer tenaz su cuerpo y muy dura su ojiva.

2.° Por la caperuza, de efecto análogo á los montantes que guían la maza de un martinete, centralizando y dirigiendo el choque.

3.° Por la carga con explosivos rompedores.

Paralelamente tuvo que perfeccionarse la coraza. Ya los efectos del níquel, tan celebrados en las experiencias de Annapolis, eran insuficientes y se recurrió á la cementación y al temple. El objeto de tales operaciones es obtener planchas de acero sobre carbonizadas gradualmente, hasta considerable profundidad, de manera que la cara de ataque sea elástica, dura y unida y se apoye en las capas posteriores muy tenaces, y, por consiguiente, poco dispuestas á sufrir resquebrajaduras.

La cementación se hace por los citados métodos de Harwey y de Krupp. El primero realiza una cementación sólida en un horno de gas. Previo el enfriamiento y después de darle la forma precisa para su posterior situación, se procede al caldeo de temple, logrado con agua fría y á presión, según hemos indicado. Con ello se consiguen sobrecarbonizaciones de 40 milímetros próximamente, á partir de la cara de ataque. Se invierten en la operación unas tres semanas.

El método Krupp se diferencia del anterior en algunos detalles, como la sustitución del carbón sólido por el chorro de gas del alumbrado, á presión, y el calentamiento gradual y paralelo de la plancha; pero, según

reconocen los ingenieros navales, la superioridad del método estriba esencialmente en la cuidadosa y esmerada fabricación de la plancha y en la elección de materiales, pues se eligen las mejores menas y los más excelentes aceros, fundiciones y aleaciones complementarias.

En una plancha compound á simple vista se distinguen las dos capas que la constituyen y, con toda precisión, se puede señalar la arista de separación. En una plancha de las actuales también se distingue, pero más débilmente, la separación de la parte cementada de la otra, á la cual no llegó la coriente de gas á presión. El sistema actual ha venido á unificar el metal.

La cementación es solo operación preliminar, pues lo definitivo y eficaz para el objeto posterior, es el temple. El carbono del temple repartido desigualmente hasta los 25 milímetros, alcanza en la costra superficial proporciones de 1,20 que, á 12 milímetros, se reduce á la mitad, distribuyéndose luego hasta obtener la uniformidad, en el resto de la plancha.

Lo expuesto de manera tan sucinta puede sintetizarse del modo siguiente:

1.° El níquel comunica compacidad, densidad y disminuye la fragilidad, ó lo que es lo mismo, aumenta la tenacidad al choque.

2.° El cromo consigue dureza y resistencia á la perforación, permitiendo el trabajo de los aceros carburados, por lo cual, empleando el níquel y el cromo, se tiende á reunir las propiedades del hierro y acero carburado dentro de un mismo acero.

3.° La cementación logra añadir desigualmente carbono de temple, pudiendo concretarse en esto su principal objeto.

4.° El temple es el que constituye difinitivamente la capa apta para resistir á la perforación, formándose, por tanto, la coraza, de un metal único monolítico, con dos capas diferentes en espesor, composición y propiedades: una de ellas, especie de costra durísima y elástica, y la otra muy gruesa, de mucha masa y de gran tenacidad.

La composición química de una plancha tipo para blindaje es la siguiente:

Carburo	0,30	
Fósforo	0,04	Límites máximos (1).
Silice	0,10	
Azufre	0,02	
Manganeso	0,30	
Cromo	0,90	Límites mínimos.
Níquel	3,50	

(1) Son las tolerancias más estrechas, las mismas que se exigen para palastros de calderas y la mitad próximamente de las aceptables para carriles.

En Alemania, y sujetándose á la nomenclatura del congreso de Filadelfia, tal producto no es un acero, ya que su carburación no llega al 5 por 100 y el temple no es uniforme, debiendo considerarse, según ello, como un hierro puro homogéneo.

La clasificación francesa no lo admite así, comprendiendo las corazas actuales entre los aceros homogéneos y fundidos, puesto que para ello basta que la dosis de carbono rebase del 0,2 que caracteriza al hierro soldado; además existen en ellas proporciones variables de manganeso, cromo, níquel y silicio, y adquieren el temple en la amplia acepción de, no sólo de endurecer, sino aumentar los límites elásticos y de rotura, por efecto de dicha operación.

Coeficientes de mérito.—Para apreciar la bondad de diferentes planchas se toma una como tipo y se miden las perforaciones logradas con proyectiles iguales.

Si llamamos a, b y c los datos correspondientes á dos planchas A, B y á la patrón C, será superior la primera á la segunda si la relación $\frac{c}{a}$ es mayor que $\frac{c}{b}$.

La que sirve de comparación generalmente es la de hierro dulce, por ser el metal casi primitivo y que se conduce de modo muy uniforme en las continuas experiencias de polígono.

Una plancha Krupp es inferior á una de Harwey, porque la expresada relación, siendo los mismos el proyectil, el cañón y la distancia, es en la Krupp $\frac{c}{3}$ y en la Harwey $\frac{c}{2{,}50}$, si llamamos c la perforación en la tipo.

Suponiendo $c = 1$, $\frac{1}{3}$ y $\frac{1}{2{,}5}$ señalan lo que se designa por coeficientes de mérito de esas planchas contra determinado proyectil.

Forma del acorazamiento.

Para estudiar el acorazamiento examinaremos su aspecto mecánico, la forma y el espesor dentro de cada forma.

En los célebres combates de la guerra de Secesión empiezan las corazas por resistir al choque. Los cañones lisos del *Monitor* no hicieron más que abolladuras en la coraza del *Merrimac,* y sólo un proyectil de éste, disparado por un cañón de 16 centímetros, penetró 10 centímetros en la torre del *Monitor.*

En el hierro pudelado y en las condiciones en que al emplearlo como coraza se encontraba la artillería, los proyectiles se embutían en la cara

delantera, sin hiendas visibles, con impresión de la ojiva y abollamiento de la cara posterior.

En los aceros suaves la perforación era escasa, pero en cambio se agrietaban en sentido radial al impacto, hasta el punto de caerse en pedazos la plancha.

Las planchas compound, muy resistentes al principio, acabaron, merced á sucesivos progresos del cañón, por ser atravesadas, produciéndose en ellas grandes grietas (1).

En el acero al níquel, desde sus comienzos, fué el impacto limpio y localizado.

El empleo de los altos explosivos dificulta extraordinariamente la misión de la coraza. El proyectil (en el tiro de polígono, repetimos una vez más) penetra en la plancha; unas veces estalla antes de terminar su carrera, otras veces después de terminada. En el primer caso se produce no un orificio limpio y cilíndrico, sino un ancho embudo, y en el segundo notables efectos destructores. Pero conviene afirmar bien la idea de que no se producen grietas, es decir, que el efecto es local, y esto es muy interesante ponerlo de relieve, porque la ingeniería naval pretende, por diferentes medios, circunscribir todo lo posible los efectos del disparo.

La resistencia de las modernas corazas la estudia, define y resume con toda precisión, el Teniente de navío de 1.ª clase Suanzes (2) en los siguientes conceptos:

«Cuando la punta del proyectil hiere la cara de la plancha, la superficie dura é inextensible no cede inmediatamente, sino que produce una concavidad elástica, de diámetro igual á unas tres veces el calibre del proyectil. La energía del impacto se distribuye así sobre una área considerable, y la resistencia, concentrada de ese modo, detiene bruscamente al proyectil y le hace romperse por su propia inercia. Esta teoría es aplicable casi exactamente á los casos más frecuentes en el tiro de guerra.»

En el examen de la forma del acorazamiento distinguiremos la faja ó coraza propiamente dicha; los puentes, destinados á la defensa de las partes vitales, como calderas, máquinas, pañoles, comunicaciones, etc.; y la protección de la artillería gruesa y media.

La verdadera faja ocupa el de sarrollo total del buque. Teóricamente, para los efectos defensivos, convendría que su espesor fuese uniforme,

(1) En el combate de Santiago de Cuba se afirma que algunos proyectiles de 30,5 atravesaron doblemente las corazas del *María Teresa*, que eran de metal compound, de 24 centímetros en su parte más gruesa.

(2) *Revista General de Marina.*—1910.

pero el excesivo tonelaje que esto supone equivaldría á inmovilizar el conjunto. De aquí nace el debilitar los espesores hacia los extremos, sacrificando, en el sentido defensivo, estas partes del acorazado, que después de todo es poco menos que inútil defender, puesto que los proyectiles pueden producir en ellas efectos considerables sin tocar siquiera al barco, como ocurre con las hélices, á veces dobles, de popa. Además, la forma de la popa, propicia al resbalamiento del proyectil, permite debilitar su acorazamiento, tendencia cada vez más acentuada hasta el punto de que sólo en los primitivos acorazados se observa uniformidad en el espesor.

La altura de la faja, por regla general, es de tres metros á cuatro, rasando con su línea media la de flotación, en desplazamiento normal algunas veces, y dejando otras mayor altura fuera del agua.

Torres-barbetas, casamatas y reducto.—La artillería gruesa se protege en torres-barbetas, que se diferencian tanto de las antiguas cúpulas como de las barbetas. De éstas, porque la pieza no queda al descubierto, y de las cúpulas, por su forma esencialmente distinta; en las torre-barbeta la pieza gira con el carapacho ó escudo superior y en la verdadera torre, toda ella gira alrededor de un eje vertical.

El primer tipo de esta clase es del Capitán Cowes, de la marina inglesa; tiene forma cilíndrica, con espesores de 24 centímetros y almohadilladas. Después se empleó la del alemán Gruson Schuman, en forma de casquete esférico, y, por último, la S. Chamond, francesa, cilíndrica. Laalemana trata de librarse del tiro facilitando el rebote, mientras que la francesa se presenta normalmente, sin eludir el combate.

La torre-barbeta lleva en cabeza un plano cañonera, que tiene en su espesor la mayor defensa, y la cubierta inclinada «carapacho» procura presentar un blanco muy oblícuo para que el proyectil resbale, pero no penetre. La cañonera, por regla general, ofrece un grueso de 12 pulgadas y el carapacho 3 (30,5 y 7,62 centímetros, respectivamente). Frente á frente, por así decirlo, la plancha de la cañonera puede aceptar el combate.

Con balanceo de 12° á 14°, el carapacho descubre un área doble del área que presenta la coraza y, en estas condiciones, hay casi seguridad de la perforación y de la destrucción de alguna de las piezas de 30,5 que trata de defender la torre.

En virtud de tales consideraciones, se afirma que á los 8 kilómetros, distancia del tiro lejano, un espesor de 22 centímetros basta para la faja de cintura, y que la economía del peso total, con la reducción de los 8 centímetros en el grueso de aquélla, se puede aplicar á reforzar las torres y las estaciones de señales hasta dar á sus cubiertas espesores de 12,10 centímetros, que ya parecen aceptables.

La casamata es la protección peculiar del cañón de calibre medio. Sirve para una pieza y su espesor es reducido, apto solamente para preservar de los cascos de un proyectil que estalle en cubierta y lo suficiente para localizar dentro de ella, aun con el consiguiente sacrificio de la pieza, los efectos de los proyectiles que penetren en su interior.

En estas casamatas se han defendido los cañones de tipo medio de 15 á 19 centímetros; pero como en el gran acorazado de calibre único esos cañones no figuran en su dotación, y sí los de calibre menor, aunque un tanto reforzados, la casamata ha pasado á segundo término, cediendo su importancia á la llamada «batería reducto», que sirve para defender la antigua batería secundaria ó reunión de cañones de 10 centímetros, que es de espesor variable, con cuatro mamparos trasversales extremos de 15, viniéndose á formar una especie de exágono blindado que ocupa el centro del buque.

Los puentes realmente acorazados son dos: el protector y el para-cascos, que se hacen solidarios.

La cubierta protectora se une á la coraza por medio de las partes inclinadas á 45° que señala la figura 1 y que son más gruesas que la parte horizontal. Es del mayor interés notar, que la cementación y temple Krupp se llevará por completo á las placas de débil espesor; cuando tal suceda todo el cajón acorazado, tendrá propiedades análogas á la de la faja.

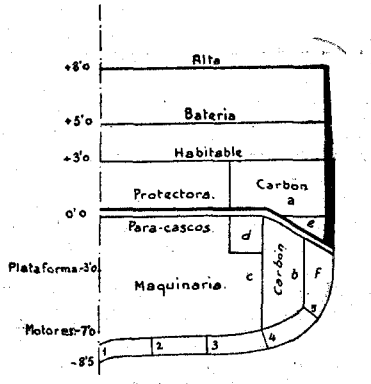


Fig. 1.

Respecto al espesor en el centro de la parte horizontal, hay distintas ideas. El «Dreadnought» mide 7 centímetros en la superior y 4 en la inferior; el acorazado *Patrié* 5,4 y 5,1, respectivamente; debiendo notarse que el espesor total no oscila mucho por encima de 10 centímetros, que es lo que admite y permite como máximum la ligereza relativa del conjunto. Por último, hay muchos buques que sólo cuentan con una sola cubierta protegida y su espesor es de 50 milímetros término medio.

Se ha dicho que, en el caso de realizarse el impacto y penetrar el proyectil, la perforación debía producir un embudo local, empleándose diferentes medios para aminorar los efectos de la explosión.

Entre ellos se cuenta el «cofferdam», que ocupa el espacio designado en la figura 1, y las carboneras, situadas posteriormente. El cofferdam se extiende desde la pared inclinada del puente protector hasta en-

cima de la cubierta habitable; está dividido en compartimientos estancos, por tabiques espaciados próximamente 1 metro y llenos de celulosa estopa y materias semejantes.

La carbonera alta es la tercera capa de retenida del proyectil, de las cuales la primera es la faja y la segunda el cofferdam. Un metro de carbón se supone equivale á 4 centímetros de hierro dulce, lo que viene á representar próximamente uno más de espesor de coraza. Además se cuenta con que ha de retener los fragmentos de la granada que estalle en su interior, y tanto se confía en esta disposición de las carboneras, que es la única defensa colocada por encima de la cubierta protectora de algunos cruceros.

Constancia relativa del acorazamiento.—A pesar de que los desplazamientos se elevan considerablemente, no se otorgan aumentos proporcionales en la protección. Esto constituye una de las características de las unidades de combate actuales y acusa su tendencia, por hoy todavía tímida, de restar centímetros á la coraza.

Del anuario de Mr. Balincourt extraemos, y relacionamos con otros más modernos, los siguientes datos que señalan el estado del asunto.

Espesores comparados: milímetros.

BUQUE	FAJA			Reducto.	TORRES		CUBIERTAS	
	Centro.	Proa.	Popa.		Base.	Carapacho.	Alta.	Protectoras.
Duncan	177	75	50	152*	305	305	50	76
Eduardo VII	229	51	76	176	305	203	25	50
Lord Nelson	305	152	102	203	305	305	25	51
Dreadnought	280	100	100**	280	305	305	70	40
Arkausas	279	127	127	279	279	279	»	»
Jean Bart	270	180	180	140	270	270	»	»

(*) No es reducto en este tipo, es más bien casamata.
(**) Los datos iniciales proporcionan 229 milímetros en proa y popa. Sin embargo, la mayor parte de las publicaciones señalan estos espesores.

El cuadro precedente no permite fundamentar ninguna regla fija sobre los cambios operados, ni en la forma de la coraza ni en su espesor.

Al contrario de lo que parece en principio, más bien se tiende á disminuir que á aumentar los pesos de corazas, pues aunque el espesor en el centro del *Duncan* es menor que en el *Eduardo VII*, y en éste que en el *Nelson* se inicia un descenso en el *Dreadnought*, que también adelgaza sus extremos.

El reducto se fortalece y se conservan las torres, cada vez más resistentes, así como los puentes, que se robustecen en lo posible.

De todo ello se deduce que, respecto á protección, en la forma general no se cambia, pero en espesores se tiende á fortalecer puentes, torres y reducto á costa de la coraza propiamente dicha; que hay inclinación á disminuir el peso total de la protección, sacrificándolo á la velocidad y á la artillería, y que, aparte de lo expuesto, puede decirse que la diferencia de las nuevas unidades con las clásicas en esta cuestión, no es notable ni esencial.

La figura 1 es un croquis que representa la disposición esquemática de la cuaderna maestra de un acorazado. Señala la distribución transversal, debiendo advertir que no existe uniformidad ni tipo único.

En planos horizontales, y sobre uno de perfil, se proyectan, en el interior del casco, seis ó siete cubiertas, denominadas: alta, batería, habitable, protectora, paracascos, plataforma y motores; exteriormente, se sitúan el castillo y la toldilla y los puentes bajo y alto.

En la primera figura, representa la quilla vertical; 3 y 5 las vagras estancas; *c* es el mamparo de explosión, desde la altura que se indica; *d* es el lugar asignado al callejón de combate; *a* y *b* las carboneras, y *e* el cofferdam.

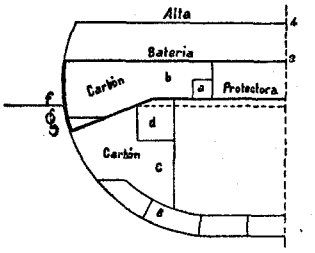


Fig. 2.

Aparecen de relieve los dos gruesos que se marcan en el espesor de la coraza, que, muchas veces, son tres.

El doble fondo llega hasta la protectora en los acorazados de combate; en los cruceros acorazados llega á la última vagra, quedando un sector bastante grande protegido por las carboneras únicamente, como aparece en la figura 2. En ésta, se vé que el acorazamiento forma una especie de cajón, constituído por la cubierta de batería, la faja y la protectora; *b* y *c* se destinan á carbón; *a* al cofferdam; *g* es la plataforma estanca, y *d* el callejón de combate.

CAPÍTULO III

EL ATAQUE

Cañones.—El cañón.

Sin detenernos en el estudio minucioso del cañón nos referiremos á su estado actual, á la novísima tendencia de aumentar calibres y á los últimos perfeccionamientos.

En las experiencias de tiro de costa y marina se baten *calibres contra espesores*, es decir, que el cañón de calibre 30 cm., por ejemplo, se destina á batir la coraza de igual espesor.

El calibre 305 mm. (12 pulgadas) sigue siendo el eje alrededor del cual gira la artillería perforante. Se anuncian calibres mayores para los «Invencibles» futuros, aunque, por otra parte, se construyen también acorazados con cañones de 280 mm.; pero se puede afirmar que, por ahora, 30,5 cm. es el calibre tipo de la artillería de costa y marina, como 7,5 cm. es el de campaña.

Algunos datos de sus características nos servirán para juzgar su adelanto progresivo.

En la Exposición de Düsseldorf, la casa Krup exhibió dos corazas de 30,5 que no fueron batidas por el proyectil de 324 kilos arrojado por el cañón de igual calibre, siendo la velocidad de choque 570 metros; y, en cambio, en 1903 se publicaron los datos de un modelo de cañón Krupp más potente, en el cual la velocidad inicial era de 996 metros, lanzando proyectil de 360.

Pero donde se demuestra mejor el progreso, y á nosotros interesa más, es en la artillería Vickers.

En nuestros apuntes de 1904, á que ya nos hemos referido, expusimos los datos del cañón modelo Vickers que se fabricaba entonces, y que eran: 40 calibres de longitud, proyectil de 385 y velocidad inicial en la boca de 813 metros por segundo.

Actualmente, en el proyecto llamado británico para el desarrollo del programa naval en España, la longitud es de 50 calibres; el peso del proyectil 600 gramos más que el del anterior modelo y la velocidad inicial llega hasta 914 metros.

Tales datos pueden reasumirse en el siguiente cuadro:

Cañón de 30,5 Vickers.

AÑOS	Longitud. — *mm.*	PESO DEL PROYECTIL	Velocidad inicial. — *m. por 1"*	Energía en la boca. — *Tonelámetros.*
1903	12.200	385,0	813	12.983
1909 (*)	15.250	385,6	914	16.430

También reviste interés la siguiente información, que se refiere á cañones ingleses:

Cañones de 30,5.

	Longitud. — *(Calibres).*	PESO		Velocidad inicial. — *m. × 1"*	Energía inicial. — *Tonelámet.s*	Perforación hierro forjado en la boca — *mm.*
		Pieza. — *Toneladas.*	Proyectil. — *Kilogs.*			
Anteriores á 1891...	25	45	324	582	5.599	570
Tipo medio de 1907..	45	58	386	884	15.389	1.925

Examinando el cuadro precedente y hallando la proporción resulta que es casi el cuádruple la energía de perforación de los cañones modernos, con relación á los de 1891; pero creemos, sin embargo, que esa cifra es exagerada y que la perforación no debe rebasar de 1570 milímetros, ó sea *el triple de la lograda hace veinte años,* lo que ya significa un gran progreso y un positivo adelanto.

El cierre Vickers es de tornillo de culata, interrumpido en cuatro sectores, con obturador de Bange, copela de cobre y anillos de acero anteriores y posteriores. La maniobra es análoga á la conocida de Schnei-

(*) Cañón proyectado para nuestra futura escuadra distinto del que se cita más adelante de la casa Vickers, que es de mayor longitud, pues alcanza 51,6 calibres, aunque sus rendimientos no difieren mucho, toda vez que en el de longitud y potencia superiores es de 16.540 tm.

der. Tiene mecanismo de tiro para medios eléctricos y de percusión, y el cierre puede ser movido á brazo hidráulica ó eléctricamente.

Cuando la mayor parte de los ingenieros y artilleros europeos en 1908 creían que el calibre máximo posible era 30,5 cm., empezaron á circular noticias de nuevos calibres más potentes de 34,3 y 35,6 cm.

La construcción inglesa luchaba para la innovación en principio con grandes inconvenientes: primero, se acortaba la vida útil de la pieza; segundo, se aumentaba su peso y el del montaje; y tercero, se disminuía la velocidad de tiro.

El segundo y tercer defecto se pueden obviar con el aumento del tonelaje del buque y con la agudeza del ingenio de los inventores de mecanismos de cierre y cargas, si bien á costa de enormes complicaciones, que es como, en definitiva, se resuelve todo con gravísimo daño para el éxito del combate por los entorpecimientos que pueden presentarse y sus consecuencias en el fuego.

El primer defecto aparecía siempre como de más difícil remedio. De lanzar un proyectil mayor, se requería aumentar la longitud del arma y la carga proyectora, lo cual alteraba las dimensiones de modo exagerado ó disminuía la vida del cañón necesariamente.

Un cañón se dice que vive un cierto número de disparos, en tanto que la pieza por sí no figure para nada entre los agentes modificativos de la trayectoria. Las erosiones interiores alteran profundamente el rayado, alteración que se traduce en un aumento de calibre y el arma viene á quedar comprendida entre las que lanzan proyectiles menores que su diámetro.

Sobre la erosión no hay opiniones fundadas en concretas experiencias. La vida probable de las piezas, en el concepto que vamos á examinar más adelante, es la siguiente:

Cañones de 30,5 centímetros	83	disparos.
— 25,4 ídem	100	—
— 20,3 ídem	125	—
— 15,2 ídem	166	—
— 12,7 ídem	200	—

De esas cifras se deduce que la vida de los cañones aumenta al disminuir el calibre, sin que se observe perfecta proporcionalidad, que no puede existir porque en ella influyen varias causas.

Parece ser que los estudios más serios sobre la cuestión están hechos por un tratadista francés considerando las pólvoras negras; pero respecto de las pólvoras sin humo queda mucho por determinar.

Algunos trabajos que hemos visto referentes al asunto, nos permiten deducir:

1.° Que la erosión, que no puede atribuirse á las bandas de forzamiento, que al fin son menos duras que las rayas por las cuales atraviesan, es debida á la columna resultante de la combustión interna, gases que alcanzan 2000 metros $\times$ 1″ de velocidad y 4000 grados centígrados de temperatura, con presiones de 15 toneladas por pulgada cuadrada al cabo de un recorrido medio de 9 calibres, disminuyendo gradualmente y de un modo lento hasta el final del trayecto interior. Las máximas incisiones se encuentran hacia la mitad del ánima (1).

2.° Que la recámara sufre bastante, y sobre todo la primera parte del rayado, lo que dá, en definitiva, el aumento del volumen de la cámara total, parte por su erosión interna, parte por el incremento de longitud que implica el destrozo del principio de las rayas, y claro es que el efecto total se resume en pérdida de velocidad inicial é imprecisión en el sentido del alcance, sumándose á la lateral que proviene de la erosión en el resto del ánima.

3.° Que la disminución de longitud de la pieza resuelve parte del problema prácticamente, según se ha demostrado; y la teoría anterior, de suponer como nocivos los efectos térmico-mecánicos, con ello se ratifica, pues las condiciones del escape son inferiores en este caso al primero (2).

4.° Que también influye la densidad y naturaleza de los gases producidos, resultando en gran desventaja todos los derivados de la nitroglicerina.

5.° Que se puede aumentar la vida con la adición de otras bandas en el casco del proyectil, á partir de un cierto disparo variable y á determinar para cada pieza.

6.° Que aunque falte precisión, todavia se puede seguir utilizando la pieza, pues dicha falta se traduce en diferencias en los alcances horizontales, y como el tiro de combate está siempre sujeto á rectificación, resulta menos nociva.

---

(1) En una crónica publicada por el *Memorial de Artillería*, se refiere el accidente que sufrió uno de los gruesos cañones de un acorazado yanqui. El 94 disparo de una pieza de 30,5 cm. ($L = 40\ c\ b$), proyectó 4,57 metros de longitud de caña, rompiendo la máquina del ancla y otros accesorios en cubierta, sin desgracias personales. Aunque las propiedades balísticas de esta pieza eran elevadas (P pz. = 394 kg. y $V_I = 731$ con carga de 145 kg.), sin embargo, el accidente se atribuye al cambio de pólvora proyectora, pues en vez de la ordinaria, que había sido base para el cálculo de la pieza, se empleó otra sin humo que desarrolló fuertes presiones, las que no se hicieron notar sino en la parte más débil que era la boca.

(2) El trabajo adiabático se demuestra en termodinámica que proviene en sentido inverso de las variaciones de la relación $\left(\frac{\text{presión final}}{\text{presión inicial}}\right)$, lo mismo que le sucede á la temperatura.

7.° Que en las experiencias hechas sobre escapes á grandes presiones y temperaturas á través de orificios en cobres y aceros, se observa mucho mayor desgaste en los primeros que en los segundos, y, sin embargo, en las experiencias de tiro, los aceros del ánima se corroen y las bandas de cobre se quedan intactas. Esto prueba que la presión repartida uniformemente es la causa primordial del fenómeno, y que la que corresponde al culote se transforma en movimiento y la otra en desgaste.

8.° Que la obturación es muy esencial, pues se comprende que donde haya un pequeño huelgo por allí debe precipitarse violentamente una columna de escape en las condiciones antedichas, produciéndose una verdadera estría. Así es que las erosiones en definitiva se clasifican en dos: unas continuas y regulares en toda la superficie interior que dependen de la presión, temperatura y naturaleza de los gases, y otras irregulares debidas á defectos de la obturación.

El General Rhone no es pesimista al juzgar estas cuestiones. Manifiesta que entre dos cañones de igual calibre y peso de proyectil, vivirá más el que tenga menor longitud, por estar menos tiempo expuesto al efecto de las elevadas presiones inevitables en estas piezas.

Advierte que la elección de la pólvora es de suma trascendencia, tanto por la densidad de los gases resultantes como por su naturaleza, y respecto á la disminución de velocidades iniciales tampoco la considera grave dificultad, puesto que en caso de guerra, el tiro se regula directamente, aunque se disponga de buenos telémetros; y añade: «la disminución de la velocidad inicial puede ser importante en el tiro en que se empleen espoletas de tiempos, porque en este caso las duraciones de las trayectorías y de la combustión no se corresponden, y se obtienen efectos de percusión», por todo lo cual excluye el shrapnell de los gruesos calibres, reduciendo su empleo á los pequeños y medios (15 cm.), en cuyas piezas no existirá el inconveniente anunciado.

Aparece, por tanto, que los 83 disparos son el límite que pudiera llamarse de absoluta precisión, y que son indispensables mas experiencias y muy detenidas, á fin de no exagerar el pesimismo respecto á la corta duración de estos cañones; desde luego habrá que convenir en que el cuadro reseñado debe referirse á dicha vida de absoluta precisión, pues, por lo menos, la de los calibres menores, se conceptua mayor, al dotarlos, reglamentariamente, de un número de disparos cuatro y cinco veces superior al que las cifras del cuadro señalan.

Hechas estas observaciones ya no puede extrañar, ó extrañará algo menos, el programa de los artilleros yanquis, de «aumentar el calibre para aumentar no sólo la potencia destructora, sino también su vida». Parece verdaderamente anómalo que por no resistir el cañón de 30,5

centímetros más que 80 disparos, se le trate de substituir por un cañón de 35,6 y se diga que éste ha de vivir por lo menos 200 disparos, ó sean 120 más.

Las características comparadas son las que, en primer término, nos van á indicar cuál es la solución en principio:

Calibre. — *Milímetros.*	Longitud del cañón. — *Calibres.*	Peso del proyectil. — *Kilogramos.*	Velocidad inicial. — *m. por 1''.*	Energía en la boca. — *Tm.*
Actual, 30,5	40	453	777	13.953
Costa, 35,6	40	725 (1)	655	15.869
Marina, 35,6	45	635,6	792	20.341

De estos cañones, los de costa con montaje de eclipse están ya aceptados y van á instalarse en la bahía de Manila, y el de marina se encuentra en las experiencias preliminares; ambos tipos se fabrican sunchados con alambre, y el cañón de los barcos se pretende que á los 8.000 metros perfore los 33 centímetros centrales de las corazas de los más recientes buques, efectuando un disparo cada 1', 3''.

Los marinos alemanes culpan á defectos de fabricación inglesa, como el de no suncharles bien con alambre, el que los cañones más gruesos no hayan dado resultados favorables con anterioridad, aunque hoy ya parecen decididos á su empleo. Los yanquis no tratan, como se ve en el cuadro, de utilizar todo lo que de tan gran calibre podía esperarse.

El tipo medio de costa tiene: 1.°, velocidad moderada; 2.°, su longitud menor que la de la mayor parte de los cañones actuales de 30,5 centímetros; y 3.°, el peso del proyectil se hace mayor, compensando los efectos de la disminución de velocidad.

A fin de examinar la posibilidad de estos aumentos de potencia hay

(1) Uno de los inconvenientes más grandes que se citan es el difícil manejo de proyectiles tan pesados; pero en el día se resuelve muy bien, pues las casas alemanas Sckuckert y otras, construyen distintos modelos de tornos eléctricos muy perfeccionados, montacargas y norias; los primeros para proyectiles pesados y los últimos para los de calibre medio, especies de rosario de proyectiles, á modo de canana. En algunas baterías españolas existen proyectos en que se recurre á modelos parecidos.

Como ampliación de los datos de este cañón de 35 centímetros, se debe decir que el peso de la pieza se supone 80 toneladas; su carga de proyección 170 kilogramos de nitrocelulosa y nitroglicerina y su coste 500.000 francos. Como la carga interior es de 35 kilogramos, que es el 5 por 100 del peso del proyectil, se ve cierta tendencia á buscar los efectos de perforación sobre los de mina.

que tener presente los datos teóricos y los efectos consiguientes del tiro.

Para lo primero tendremos que recurrir al estudio de la influencia que las variaciones de los parámetros ejercen en la trayectoría, y nos encontramos con que el presente caso es análogo al segundo de los que cita el Coronel La Llave en sus «Nociones de balística» (1).

Según dicho texto, llamando c al coeficiente balístico:

$$c = \frac{\text{peso del proyectil}}{(\text{coeficiente forma})\,(\text{densidadd el aire})\,(\text{calibre})^2} = \frac{P}{n\,\delta\,a^2}.$$

Compararemos c y c' en las dos piezas de 30,5 y 35,6 aceptando la constancia de n y δ, haciendo $n\,\delta = \alpha$ y $\frac{1}{\alpha} = \alpha'$:

$$c = \frac{453}{\alpha\,.\,(0{,}305)^2} = \alpha' \times 4869$$

$$c' = \frac{725}{\alpha\,.\,(0{,}356)^2} = \alpha' \times 5720.$$

Teniendo en cuenta que la velocidad inicial disminuye desde 777 hasta 655, se ve que el caso se plantea de un modo semejante al que menciona el referido Coronel para el cañón Krupp de 15 centímetros, según que dispare proyectil de 28 kilos ó de 35, con menor velocidad inicial.

A los alcances pequeños predomina la influencia de la velocidad inicial, pero á los grandes predomina la del coeficiente balístico, lográndose valores menores de ω (ángulo de caída favorable para la perforación), y mayores de V_1 (velocidad remanente).

De los cañones monstruos, algunas Revistas dicen: que no se les debe tomar muy en serio; que en un polígono se puede ensayar muy bien el cañón más potente y ser difícil instalarlo á bordo, por deficiencias del montaje, menores en las baterías de costa, lo cual merece ser tenido en cuenta.

A nuestro juicio todas estas noticias de publicaciones profesionales, que son siempre incompletas y muchas veces falsas, tienen sólo una importancia: la de acusar orientaciones y rumbos, y desde este punto de vista no nos parece ilusoria la tendencia del cañón de costa de 335 milímetros, y, en cambio, no encontramos tan atinada la del de marina.

(1) *Lecciones de Artillería*, tomo I. = Es análogo el caso, porque el que cita el autor se refiere á una misma pieza, á la que se aumenta el peso de su proyectil.

Es decir, que el porvenir del cañón grueso creemos que esté en aumentar calibres y peso arrojado, disminuir velocidades y longitudes, logrando con ello ventajas de perforación, y valerse de sunchados especiales para alargar en lo posible la duración del ánima y recámara.

Puede muy bien ocurrir que con los 40 calibres del cañón de 35,6 ce ntímetros, con la elección acertada de la pólvora y recurriendo á modificar las bandas de forzamiento, á partir de cierto número de disparos, se duplique la vida de cañón tan potente; razones que, con mayor motivo, se pueden extender al de 30,5 centímetros.

Tales experiencias son muy costosas, pero pueden reportar economías enormes y para España las creemos de absoluta necesidad.

Todas las naciones estudian esta cuestión. Alemania monta en el *Ersatz Hagen* y los otros tres acorazados que botará al agua en 1913, cañones de 35,6 cm., para cuya época Inglaterra tendrá también 11 con artillería de calibre superior á 30,5 cm. Brasil emplea el cañón monstruo de 36,3 cm. en el *Río Janeiro*, y Estados Unidos piezas de 35,6 cm., y preconiza debe llegarse á 40,6 cm., y aún hay quien opina se podrá alcanzar el calibre de 20 pulgadas (50,8 cm.), que, claro está, es la *exageración de escuela* que aparece siempre al determinarse una tendencia innovadora, exageraciones que redundan en perjuicio de las ideas que proclaman.

***

Los cañones de 28 y 24 centímetros que montan los acorazados ordinarios (no los colosos, ni los invencibles), y en especial los alemanes, son piezas muy modernas, muy estudiadas y muy precisas, que pueden considerarse superiores á los antiguos cañones de 30,5. La diferencia estriba en que resultan menos útiles para el tiro perforante en el combate lejano, pero á las distancias medias rivalizan en el cañón grueso.

A continuación exponemos los datos medios de estas piezas:

Calibres: 24, 26 y 28 cm.

Longitudes: 40 á 50 calibres.

Velocidades iniciales: 850 á 900 metros por segundo.

Peso del proyectil: 100 á 250 kilogramos.

Energía en la boca: más de 8.000 tonelámetros.

Perforación en plancha Krupp á 3.000 metros: 37,5 centímetros.

Alcances máximos: 15 kilómetros próximamente.

Velocidad de fuego: tres disparos en 65″.

Dícese de estas piezas alemanas que, por su duración, son superiores á las de otros países, y se afirma que un cañón Krupp de 28 centímetros

de los que arman los actuales acorazados, lleva efectuados 160 disparos y continúa en perfecto estado de servicio, sin erosión y sin inflexiones hacia la boca, casos frecuentes en los cañones ingleses. De otros cañones de esa marca se advierte lo mismo, señalándose en su favor, además, el que los disparos se hicieron con el máximum de carga.

El cuadro siguiente se refiere al rendimiento de cañones de á bordo de grueso calibre y de los de transición, ó, mejor dicho, de los límites máximos de los de calibre medio de diferentes naciones y fábricas.

CAÑON	Calibres. — *cm.*	Longitud. — *Calibres.*	Peso proyectil. — *Kilogramos.*	Velocidad inicial. — *m. × 1''*
Marina inglesa	30,5	50	385	902
—	»	45	385	869
—	»	40	385	756
—	»	35	385	722
—	23,4	47	172	869
Idem alemana	28	40	240	870
—	21	40	110	770
Idem francesa	30,5	40	340	815
—	27,4	40	255	815
—	19,4	40	86	770
Idem Estados Unidos	30,5	40	394	731
—	20,3	40	118	823
Casa Armstrongs	30	50	385	902
—	21	44	140	705
Idem Krupp	30,5	50	350	991
—	28	50	270	992
—	21	50	113	991
Idem Vickers	30,5	51,6	385,6	917
—	20,3	50	98	941

Desde la pérdida del *Suvarof*, la artillería media alcanzó gran relieve y su tipo mayor, el cañón semiperforante de tiro rápido de 19 centímetros, tiene extraordinaria importancia.

Las características principales de esta artillería son las siguientes:

Calibres: 15 á 19 centímetros.

Longitudes: 40 á 50 calibres.

Velocidad inicial: 765 á 900 metros por segundo.

Peso del proyectil: 50 á 90 kilogramos.

Perforación á 3.000 metros en plancha Krupp: 20 á 24 centímetros.

Alcances máximos: 12 kilómetros.

Son, al mismo tiempo, las piezas tipo para las baterías de costa siempre que empleen el proyectil semiperforante. A la vista de tales datos se comprende que con sus fuegos acumulados se causaran estragos enormes, por ser los cañones ideales para el tiro de desmonte con granada torpedo.

Se afirma que estos cañones decidieron la batalla de Satsuma, y que los torpederos, con su ataque nocturno seguido, completaron el éxito.

Montajes.—La Mecánica, que tan prodigiosa intervención ha tenido en la mayor parte de los progresos modernos, ha alcanzado el perfeccionamiento de la maniobra de los cañones de los barcos de guerra, con sucesivas mejoras en los montajes, desde el primitivo carro, que retrocedía con el cañón y era vuelto á brazo á la posición inicial, á los recientes movidos por fuerza hidráulica ó eléctrica. La puntería, que antes se conseguía moviendo el barco para que toda una banda batiese al objetivo y elevando por medio de cuñas la culata, es actualmente lograda con la mayor precisión.

El montaje, también anticuado, de compresor de librillo Armstrong, fué un primer paso respecto de los arcáicos Nelson. En él, la cureña, sobre cuyas muñoneras se montaba el cañón, se deslizaba merced á una serie de rodillos, por una corredera inclinada que, á su vez, se movía con rodillos cónicos, sobre caminos de rodamiento concéntricos alrededor del pinzote. Un arco dentado y un piñón, maniobrado con un espeque, permitía la elevación y depresión de la pieza, que todavía se cargaba por la boca. El retroceso se atenuaba empleando su fuerza viva en trabajo de fricción de varias placas, unidas á la cureña con tornillos, cuyas placas se introducían entre otras, fijas á ambos lados de la corredera, constuyendo á manera de librillo, lo cual daba nombre al montaje.

Posteriormente, el ingeniero francés M. Canet construyó montajes de torre más perfeccionados, que permitían cargar el cañón en cualquier posición, merced á un monta-cargas central giratorio con la plataforma, la cual, por medio de dos cadenas que engranaban en un tambor, se movía sobre una corona de rodillos, pudiendo fijarse en un momento dado empleando el aparato de trinca. Los extremos de las cadenas se ligaban á dos prensas hidráulicas, cuya válvula de gobierno, para ponerlas en comunicación con la cañería de presión ó de exhaustación, maniobraba, con una rueda de mano, el Oficial encargado de la puntería; así se realizaba la puntería horizontal. Otra prensa, cuyo vástago se ligaba á la corredera del montaje, accionándose de manera análoga, servía para la puntería en sentido vertical. Apéndices de la cureña, conectados con los vástagos de dos cilindros fijos á vigas de la plataforma y provistos de una válvula común de corredera que se regulaba á voluntad, conseguían

amortiguar el retroceso que se traducía en expulsión del líquido que llenaba los cilindros, á través de válvulas de resorte.

Los modernos montajes de torre para dos cañones de 30,5 centímetros utilizan la fuerza hidráulica para los diferentes movimientos y aplicaciones de sus órganos.

La cuna, donde se apoya cada cañón, va sobre una corredera que lleva el atacador, los cilindros de freno y los recuperadores, y que se desliza sobre la plataforma giratoria, á la cual se unen la cámara de maniobra y dos montacargas para los proyectiles.

Motores hidráulicos instalados, por lo general, en la cámara de maniobra, provistos de piñones y engranajes dobles, consiguen la puntería horizontal, imprimiendo al conjunto un giro de 6 grados por segundo, y la vertical se gradua por ruedas de mano.

El atacador, de enchufe telescópico, permite la carga del cañón en cualquier posición en que se halle, incluso en movimiento, con lo cual se facilita extraordinariamente la rapidez del tiro.

Los recuperadores pueden ser resortes ó cilindros pneumáticos, en cuyo sistema al retroceder la pieza expulsa líquido de un cilindro superior que obra sobre el pistón libre diferencial del cilindro pneumático colocado debajo y comprime el aire que, al expansionarse, logra la vuelta del conjunto á la posición inicial.

Uno de los perfeccionamientos de los modernos montajes, es el aparato automático de inyección de aire que limpia el cañón, apenas realizado el disparo, en cuanto empieza á abrirse la culata, procedimiento mucho mejor que el de inyectar agua que, hasta hace poco, se empleaba. El aire á presión lo facilita el servicio de torpedos del barco, y, para casos extraordinarios, se lleva un pequeño repuesto en balones.

La energía eléctrica, que también se emplea en los montajes navales más recientes, presenta algunas desventajas respecto de la hidráulica, como lo difícil del constante cambio de velocidades y sentidos de marcha, la adaptación del movimiento giratorio de los motores eléctricos, la mayor posibilidad de averías que afecten al conjunto y las fusiones que pueden inflamar los explosivos; y en cuanto al peso, aunque viene á resultar equivalente el de ambas instalaciones, la colocación del correspondiente á la hidráulica contribuye á la estabilidad.

Mucho se ha conseguido en favor del montaje eléctrico con el regulador Janney, que permite no invertir el motor para cambio de marcha y obtener variaciones de velocidad sin alterar el voltaje.

El eje de un motor eléctrico, de marcha regular, acciona la sucesiva entrada del líquido, aceite generalmente, en los extremos de varios cilindros, provistos de sus correspondientes pistones y orificios de paso; los

otros extremos van al órgano llamado *copa oscilante*, la cual, movida ó situada á voluntad, dirige las corrientes expulsadas á otra serie de cilindros, simétrica de la anterior, que con la conexión de sus vástagos permite comunicar distintos giros y distintas velocidades al verdadero eje de la torre.

Los adelantos y minuciosos inventos que integran los montajes de marina demuestran la supremacía del ingeniero en la guerra actual, que en vez de ocasión de heróicas hazañas, semeja experimentación científica de prodigios mecánicos, siendo las torres de los barcos de guerra más que baterías de cañones, talleres de precisión.

Proyectiles.

Pólvoras.—Proyección.—Una de las mayores dificultades del buque moderno consiste en la falta de estabilidad de los explosivos que transporta.

Se conocen los detalles de un polvorín, en general, y su aislamiento en todos sentidos, tanto de los agentes exteriores como de los atmosféricos. Alrededor de un repuesto todo es quietud, y en su interior se establece una ventilación suave, constante y permanente en su constitución química.

En el buque ocurre todo lo contrario. Los pañoles forman parte de un conjunto oscilante siempre y, á veces, sujeto á movimientos tempestuosos.

En espacio próximo trepida una poderosa maquinaria de miles de caballos, y no muy lejos se encuentra un grupo de calderas productoras de gran cantidad de calor radiante. A todo ello hay que añadir variaciones muy bruscas de temperaturas, cuales son las que engendran el cambio de latitud; por consiguiente, el calor y la humedad, los mayores enemigos de la estabilidad de los explosivos, se harán sentir considerablemente en el interior de un acorazado.

Hay algo más, y es el que, por causas poco precisas en el día, los vapores salitrosos que desprende el mar, son precursores, á veces, de violentas descomposiciones originarias de catástrofes.

Para remediar tales dificultades, se han seguido distintos procedimientos. Uno consiste en situar los pañoles grandes en los extremos del buque, es decir, lo más lejos de la maquinaria; tiene el inconveniente de que el municionamiento en el combate se complica mucho por el largo transporte. Otro estriba en refrigerar constantemente la cámara de pro-

yectiles, por medio de ventiladores; no ha dado resultados completamente satisfactorios, sobre todo en mares tropicales. Un tercer sistema se basa en constituir una cámara estanca, llevada desde los arsenales de tierra, y parece el más aceptable de los tres.

Todas estas soluciones se pueden considerar de orden físico y como paliativos que, de ningún modo, resuelven el problema.

Hay otras precauciones, de orden químico, que actúan sobre la constitución íntima de la pólvora sin humo para hacerla más estable.

La adopción de tal pólvora es de suma importancia para la marina, pues en un tiro de andanada sin ella se produce una verdadera nube. Basta para comprenderlo que un acorazado que dispare á la vez ó con pequeño intervalo sus diez cañones gruesos, lanza al aire los productos de la combustión de 1370 kilogramos de pólvora (137, carga de proyección, por 10, número de piezas).

Y los inconvenientes son tanto mayores, puesto que no saldrán todos esos productos al exterior, y el servicio de cúpulas, casamatas y reducto tendrá que hacerse en pésimas condiciones de ventilación.

Para observar los efectos del tiro, para la vigilancia y seguridad en la marcha y para que no se haga irrespirable la atmósfera, es indispensable recurrir á las pólvoras sin humo, como explosivos de proyección.

Pero, á pesar de ser tan graves los inconvenientes del humo, no por evitarlos nacieron los nuevos explosivos, sino por alcanzar mayores velocidades iniciales, sin necesidad de grandes cantidades de pólvora negra que, sobre producir grandes presiones, dejan los resíduos sólidos que atacan á los metales y disminuyen el rayado, quitando precisión al tiro y obligando á limpiezas frecuentes con retardos para la carga. La rapidez del tiro nació con la adopción de explosivos de desdoblamiento gaseoso.

Las pólvoras sin humo, como es sabido, resuelven estos inconvenientes. Su esencia estriba en disolver la nitrocelulosa en un medio adecuado. La marina francesa parece modernamente inclinarse por el sistema de M. Vieille, que trata la pólvora de nitrocelulosa con disolventes, tales como el amylalcohol (alcohol amílico) $C_5 H_9 (O . H)$, cuyo agente ha sido sustituído en la marina alemana por el diphenilamyl de composición poco definida teóricamente.

La teoría se reduce á disolver la celulosa nitrada (explosivo inestable) en un líquido, que varía en cada sistema, para transformarla en otra substancia que, encerrando toda la energía explosiva de la primitiva, se queme dentro de las armas regularmente, ofrezca seguridad en las operaciones de forma y moldeo, así como en su manejo, y se conduzca de modo constante en la evolución térmica precursora del trabajo externo.

En estos disolventes estriba, pues, la estabilidad apetecida.

La marina francesa ha usado como pólvora reglamentaria una designada por *B*, de nitrocelulosa, por no atacar en tan gran escala al interior de las piezas como las balístitas. Por ello se la prefiere, á pesar de reconocerse que es muy peligrosa, por su espontánea descomposición en el transcurso del tiempo.

Esta pólvora, que no sólo es peculiar de la marina, es tan inestable que se practican oficialmente muchos reconocimientos y se adoptan minuciosas precauciones, tales como visitas frecuentes de locales, numerosos ensayos de estabilidad, prohibición de mezclar pólvoras de distintos recipientes, clasificación en fijas, fatigadas, sospechosas y averiadas, con instrucciones para cada caso concreto, y renovación constante para irlas consumiendo por su edad. A partir de la catástrofe del *Jena,* constituye dicha pólvora una verdadera preocupación.

Estos peligros anormales, deben residir en defectos de fabricación ó en la dosificación de las primeras materias, pues se reconoce que precisamente las pólvoras de nitrocelulosas solas, son más estables que las balístitas (0,55 nitrocelulosa, 045 nitroglicerina), y que las corditas, de parecida composición, adicionadas de una parte pequeña de vaselina.

Carga interior.—Entre los altos explosivos ó rompedores figura en la marina inglesa la carga de lyddita (1), ó sea el ácido pícrico vertido en caliente en el interior de las granadas, previamente barnizadas, que, por sí sólo, produce grandes efectos locales en su explosión.

Dicho ácido $C_6 H_3 (NO_2)_3 O$ se funde, como es sabido, en baño revestido de porcelana á 122,5° *C*.

Los proyectiles se calientan á 100° *C*, y por un embudo se vierte el líquido en el interior, dejando una huella que luego sirve para la espoleta retardatriz, en el caso de granada perforante, hueco parecido al que se observa en los petardos y cargas de picrinita de nuestros parques de zapadores.

Por lo que se refiere á nuestra marina debemos hacernos eco de lo que el coronel Cervera dice respecto al particular (2).

«Actualmente no se cuenta en la dotación de nuestros buques ningún proyectil cargado con poderoso explosivo; pero teniendo presente que en nuestro ejército se declaró reglamentaria la trilita, como base para formar la granada rompedora del tiro de campaña, y teniendo presente

(1) A 87 por 100 de ácido pícrico, se le suele agregar 10 de dinitro benzol y 3 de vaselina; conviene recordar que la *pertita, el explosivo del 88, la chimose, la emensita y la picrinita*, son en el fondo lo mismo.

(2) *Revista general de Marina.*—1910.

que ese explosivo trinitro-toluol se fabrica en Granada con gran perfección, y que reunen las siguientes ventajas: 1.°, ser poco sensible á los choques y golpes, sobre todo si se comprime, con lo cual, además, puede aumentarse la carga; 2.°, ser más estable que el ácido pícrico en presencia de sales ó metales, y 3.°, conservarse indefinidamente por su afinidad higroscópica nula, puede admitirse la posibidad de que en plazo relativamente corto cuente nuestra marina con esos proyectiles explosivos que, según Vallier, son los verdaderos proyectiles de combate, y acaso los únicos del porvenir que pudieran evitar el empleo de las grandes corazas. Así nos hallaríamos, sin haberla andado, en el término de la jornada, y saltaríamos de la pólvora negra al explosivo más moderno y perfecto de los conocidos.»

Proyectiles.—Hasta hace poco tiempo la Artillería de las marinas europeas contaba con tres clases de proyectiles: *granadas de fundición*, cargadas con pólvora negra para el ejercicio del bombardeo; *granada semiperforante*, de acero, con cofia y espoleta de culote y carga explosiva, y *granada perforante,* propiamente dicha, de acero al cromo y pequeñas cargas de pólvora, para el objeto que expresa su nombre, también con cofia y espoleta retardada.

Dentro de cada artillería se establecieron algunas variaciones; la francesa, por ejemplo, cargó las primeras con un 10 por 100 del peso de melinita. Con ellas, que llevaban espoleta en cabeza, realizaron los cañones del *Galileo* parte del célebre bombardeo de 1907 en Casablanca.

Después, se aceptó un modelo para proyectil de bombardeos, de granada rompedora, de acero dulce, paredes delgadas y carga de un 25 por 100 del peso.

Estas variaciones, y algunas otras, se resumen en un plan general que hoy se exige cumpla el proyectil, y que se puede reseñar como sigue:

A la *granada perforante* se le exige que á 8.000 metros atraviese tanto espesor como su calibre, y que estos efectos los produzca con incidencias hasta de 15°.

A la *semi-perforante*, que á la mísma distancia perfore la mitad del espesor y estalle, al fin de su curso, destrozando el resto de la plancha, si fué el impacto en ella.

A la *granada-torpedo*, se pide que atraviese un tercio de su calibre, y que aunque la coraza sea inmune á su tiro, destruya, con efectos de mina ó torpedo, tubos, manteletes, aparatos de gobierno, maquinaria, etcétera, debiendo ocasionar el incendio y la muerte de las tripulaciones.

El reunir en un sólo proyectil todas las condiciones mencionadas se consideró como un ideal, dada la tendencia muy artillera de unificar, el municionamiento, sea cualquiera la batería de que se trate; y, dentro de

esa orientación, Francia se inclina por el tipo semiperforante, qne goza de cualidades medias, estudiando su distribución de manera que lleve un 10 por 100 de su peso de carga de melinita.

El proyectil único debe *perforar* y *romper después*, para lo cual se le dota de cofia de acero al cromo y se le carga con 10 por 100 de fuerte explosivo.

Examinando atentamente la constitución de un proyectil hay que considerar dos puntos importantes, ligados entre sí: el peso y la carga. Para mantenerse dentro de la trayectoría con las velocidades calculadas es preciso determinada masa.

Se fija una relación $\frac{(\text{peso})}{(\text{calibre})^3}$ que posee distintos límites. En Alemania, Estados Unidos é Inglatera $\frac{P}{a^3} = 0{,}015$. En Francia $\frac{P}{a^3} = 0{,}012$.

Para que esta relación aumente debe aumentar P, y para ello, ó se alarga el proyectil, con lo cual puede producirse cabeceo, ó se le da mayor espesor, reduciendo la carga interior.

Generalmente aceptado el valor 0,015, resulta para el calibre 30,5 un peso de proyectil de 425,6 kilos, y aceptado el 0,012, 340,5, que hoy se considera como pequeño porque se preconizan proyectiles pesados.

Dentro de la recámara de un cañón grueso se producen presiones de 3.000 kilos por centímetro cuadrado. Dicha recámara, vaso cerrado, una de cuyas caras es móvil, debe tener espesor suficiente en todas ellas para que tanta presión no influya en la carga y determine la explosión interna, que acarrearía una catástrofe inmediata. Si el hueco es muy grande, el fondo puede llegar á debilitarse, y la experiencia aconseja que no se rebase de un cierto límite.

La tendencia de la Artillería francesa de cargar al 0,07 ó al 0,10, está dentro, de las precauciones que sirven para conciliar la seguridad de la pieza y las necesarias velocidades iniciales.

La fuerza viva del proyectil se invierte en cambios caloríficos y mecánicos de deformación. De ellos, el más interesante, es el de deformación del blanco. La temperatura de choque es superior á 300° C, y próxima á la que inflama la pólvora negra, cuya inflamación puede evitar el empleo de espoleta.

La perforación, dentro de un material escogido de acero al cromo, con temple al aceite (1), y partiendo de una misma energía, depende

(1) El temple al aceite, como el del plomo, es de los llamados suaves, en los cuales se realiza el enfriamiento con relativa regularidad y con menor diferencia de temperatura total, distinguiéndose del normal con agua fría, que es brusco, fuerte, y ofrece grandes diferencias extremas.

de la forma del proyeetil de su peso, del ángulo incidente y de la cofia.

La forma es la cilindro ojival, con ojiva de dos calibres de radio. No conviene que en total sea muy alargada, pues si el centro de la carga se encuentra á 0,75 del extremo, puede perderse el efecto de los dos tercios de la carga. Generalmente, la longitud total viene á ser de 90 centímetros en los proyectiles más gruesos.

El ángulo máximo de penetración, que en las planchas no cementadas es de 41° 24′, en las cementadas no puede determinarse con exactitud.

La cofia es una pieza cilíndrica de acero blando, perforada y adaptada á la punta del proyectil en forma de contera; la unión se hace con una pequeña rosca y se lubrifica el contacto. Pesa el 5 por 100 del total del proyectil cuyo diámetro es doble, próximamente, que el de la cofia, lo mismo que su altura.

La teoría es muy conocida; la cofia hace el papel de las guías de un martinete, que centralizan el choque de la maza.

Al efectuarse el impacto hay cambio de forma del proyectil y de la coraza, aparte de los incrementos de temperatura de ambos elementos. El proyectil, que sufre en el choque considerablemente, se aplasta contra su carga, la que, sometida por otra parte á la elevación de temperatura, estalla mucho antes del tiempo debido.

La cofia es la destinada á la absorción de toda la energía de pura pérdida, y de esta manera el proyectil conserva casi por completo su forma y su dirección incidente.

Se ha discutido si es útil la cofia (cuyo material, según algunos, debíera ser el cobre), y si es ventajosa la lubrificación no existiendo unanimidad de pareceres en dichas cuestiones, así como tampoco respecto al ángulo más favorable, aunque generalmente se cree que, para pequeño ángulo, la cofia aumenta en un 20 por 100 la perforación, siempre que la velocidad remanente sea superior á 550 metros por segundo y que á 30° de incidencia su efecto es ya inútil.

Por último, parece ser que modernamente se tiende á desecharla siempre, y á despecho de lo que determinen las fórmulas, como hemos de ver, porque altera las condiciones del tiro.

Para tener idea de los proporciones más comunes en la dotación de proyectiles, indicamos la del *Dreadnought:*

CAÑONES DE 30,5 CM.

Por pieza.	*Perforantes.*	60 %	48	80.—Por batería (10 piezas).	800
	Semiperforantes.	20 %	16		
	Rompedores.	20 %	16		

CAÑONES DE 10,2 CM.

Por pieza.	*Rompedores ó torpedos*.....	150.—Por batería (20 piezas)...	3.000

CAÑONES DE 7,5 CM. (desembarco).

Por pieza.	*Shrapnells*.....	240.—Por batería (4 piezas)....	960

CAÑONES MAXIM DE 5,0 CM.

Por pieza.	*Granadas ordinarias*.....	5.000.—Por batería (5 piezas)....	25.000

Componen un total de 29.760 disparos, entre gruesos y pequeños calibres, que deben almacenarse para poder sostener el fuego de sus 39 cañones.

Mr. Jacob, Jefe de Artillería naval francés, calcula el precio del disparo de cañón de 30,5 cm. del siguiente modo, interesante por detallar el de varios elementos.

		Francos.
Proyectil.....	400 kg. de acero á 3,50 fr.....	1.400
Carga.....	130 kg. de pólvora ($^1/_3$ peso del proyectil), á 8 fr.....	1.040
Amortización...	Peso del cañón: 50.000 kg.; á 7 fr. importan 350.000.....	
	Por disparo, calculando en 250 su número.....	1.400
	Precio total de un disparo.....	3.840

Torpedos.

La guerra rusojaponesa, no ha sido muy favorable para la fama de los torpedos, medio modesto, como decíamos en nuestros apuntes de 1904, de oponerse á esas moles acorazadas que esparcen por los mares el terror y la muerte.

La fantasía popular atribuyó, casi exclusivamente, en un principio, á la acción de los torpedos japoneses la destrucción de la escuadra rusa. Sin embargo, nada más lejos de la realidad.

La mayor parte de los ataques de las escuadrillas japonesas fueron poco eficaces. El *Cesarewitk* resistió nueve acometidas sin sufrir daño; la traza luminosa de los torpedos lanzados, denunciaba su trayectoría y esterilizaba su efecto.

El *Kuiaz-Souvarof* y el *Navarin*, en cambio, fueron echados á pique por torpedos «Whithead», que hirieron sus bordas.

En general, se deduce que representan un arma peligrosa, pero que es difícil pongan de un solo golpe fuera de combate á un barco.

Es también para el torpedo inconveniente grave el que exija un mar en calma y un tiempo bonancible para que resulte útil, lo cual le relega al papel de arma accesoria. En la persecución de las escuadras en derrota puede desempeñar servicio importante, como, en efecto, ha desempeñado.

El último modelo de torpedo «Whithead» (abril 1910), pesa cerca de una tonelada; tiene 5,63 de largo y 0,53 de diámetro, y su carga es de 113 kilogramos de algodón pólvora. Su mayor alcance es 6.400 metros á 40 millas de velocidad.

Se ha hecho notar la desproporción notable que se advierte entre la fuerte carga de tales torpedos y la localización de sus efectos, y es, sin duda, que la mayor parte de la energía se pierde en el exterior de la plancha, limitando la acción destructora á un sólo compartimiento.

Llevar á través de los mamparos una carga explosiva que al detonar aniquile partes vitales, y no contentarse con abrir brecha, sino introducir por ella la ruina total, ha sido la idea del torpedo proyectil Dawis, ensayado con gran éxito por la marina yanqui.

En el interior del torpedo se aloja un cañón de pólvora sin humo, que dispara, en el momento del impacto, una granada explosiva provista de espoleta de tiempos, que atraviesa los mamparos y explota dentro del acorazado. La vía de agua que produce es más grande, rompe la estanqueidad de varios compartimientos y sus efectos son mucho más destructores.

Una modificación esencial se preconiza en los torpedos automóviles, merced al empleo de un nuevo agente propulsor: la *motorita*, compuesto de 70 por 100 de nitroglicerina y 30 por 100 de algodón pólvora, condensado en barras que se alojan en tubos de cuero, que se insertan en el torpedo, rodeados por una camisa de agua. Al comenzar la combustión se vaporiza el agua, accionando los gases producidos sobre la turbina del torpedo.

Con tal disposición se suprime la cámara de aire, lográndose duplicar el alcance y la velocidad, y llevar hasta 500 libras de carga explosiva. Tal medio inventado por Mr. Hudion-Maxime, parece llamado á perfeccionar los «Whithead». Se han hecho ensayo con los de 18 y con los de 21 pulgadas.

Los marinos de todos los países estudian con interés los medios más expeditivos para el empleo de los torpedos automáticos, y, á ese fin, se

ensayan constantemente en el fondeo y arrastre de estas máquinas, de las que se espera resultados excelentes por sucesivos perfeccionamientos.

Inglaterra destina á tales cometidos cruceros transformados, como *Intrepid* y otros de 3.000 á 3.500 toneladas.

Alemania ha construído rastreadores de torpedos; Rusia tiene también buques especiales, á los que ha puesto los nombres de algunos de los perdidos en 1904, y los Estados Unidos cuentan con portaminas como el *San Francisco* y el *Baltimore.*

Los recientes ejercicios de torpedos minas en el Canal de la Mancha, demuestran la importancia que Inglaterra concede á estos poderosos auxiliares de la economía naval de las potencias, y también Alemania, que tiene constituídas dos divisiones de torpederos con rastreadores de minas, patentizó, en las maniobras de la desembocadura del Elba, lo notable de este servicio.

Conocidos son los intentos realizados para construir torpedos automóviles y dirigibles, merced al empleo de ondas hertzianas.

Utilizando las maravillosas propiedades de los tubos Branly, se han hecho varios ensayos para conseguir la dirección á distancia y sin unión material ninguna. Siempre se ha tropezado con la difícil sintonización de los aparatos y la confusión entre los motores de la hélice ó del timón, que obedecían equivocadamente la voluntad del operador, cuando no cedían á corrientes extrañas en absoluto al sistema.

Según parece, un electricista insigne, Mr. Gabet, ha logrado perfeccionamientos portentosos valiéndose de una carena sumergida que lleva los motores, de los cuales, merced á un flotador, emergen astiles que, actuando de antenas reciben la corriente directora.

La potencia destructora del torpedo es grande, pudiendo contener hasta 900 kilogramos de algodón pólvora, y su velocidad llega á 20 nudos, asegurándose que una ingeniosa disposición, cuyo secreto se guarda, le pone á salvo de las ondas perturbadoras.

CAPÍTULO IV

EL BUQUE EN ACCIÓN

Tiro de la artillería.

Sin repetir las frases ampulosas con que suele encomiarse la importancia del tema de este capítulo, consignaremos el principio de arte militar que afirma que, así como en el combate terrestre la infantería es la reina de las batallas, en el mar lo es la artillería, reduciéndose en la guerra naval las tres fases de «duelo lejano», «despliegue» y «asalto» al combate á distancia, prévio el despliegue táctico, completando su efecto el mar, en las profundidades de su abismo, con el naufragio que ofrece el éxito definitivo al vencedor. Hay que tener en cuenta que un buque se bate, no sólo con su contrario, sino con su estabilidad en el fuego y bajo sus efectos.

Estudiaremos de un modo sucesivo las llamadas energías por banda, ó lo que es lo mismo, la mejor disposición de la artillería á bordo; seguiremos con el examen de la observación y método de tiro; después trataremos de los ejercicios de tiro y juego de la guerra y, finalmente, expondremos una fórmula para el cálculo de las penetraciones.

Energías por banda.—La solución del problema de utilizar la máxima energía para el llamado fuego de través está ligada, ó mejor dicho, es la misma que la de la situación de la artillería á bordo, pues esta será perfecta, buena ó defectuosa, según el campo de tiro de que disponga.

Un acorazado en el mar es lo mismo que un fuerte en tierra. Este tiene un valor ofensivo y defensivo, en el cual el terreno de su emplazamiento influye en el 50 por 100, hasta el punto que su trazado evita muchas veces el empleo de la artillería en número considerable. Y en ello estriba su acierto ó su error, su ventaja ó su pérdida.

Pues bien; lo mismo ocurre con el fuerte marítimo.

Si el buque fuese una batería flotante ó semi-fija, todo estaría supe-

ditado al fuego, pero no es así. El aparato motor es parte á considerar en el estudio táctico del desarrollo de los objetivos; se trata de verdaderas fortalezas móviles, y aunque el campo de tiro en el horizonte es infinito, la casamata ó el montaje de esta gran batería posee un ángulo muy circunscripto, presentándose tales fortalezas como plataformas donde son inevitables los puentes para la observación y dirección, la arboladura para maniobras y comunicaciones, y las chimeneas y aparatos de ventilación para darles vida.

Un buque estará ó no trazado con acierto, según que después de llenar todas las condiciones necesarias de estabilidad, tenga las suficientes para que su artillería pueda colocar el mayor número de proyectiles en un mismo blanco y en momento dado.

La cuestión del emplazamiento de la artillería gruesa se resuelve actualmente con las disposiciones que, entre otras varias, se fijan en las figuras que siguen.

Los diferentes criterios, fundados en razones esencialmente técnicas que no son de este lugar, los agrupamos en cuatro:

1.° En crujía, ó axial del todo, con seis torres, tipo *Arkansas,* ó con dos torres laterales de cinco, tipo *Dreadnought.*

2.° En escalón, con cuatro, tipo *España.*

3.° En superposición, con torres de á tres piezas, tipos *Ersatz* (alemanes).

4.° En bandas, con ocho torres, tipo *Lord Nelson.*

No nos ocuparemos del detalle de este último, en el que la proyección en cubierta de las torres corresponde á los vértices de un octógono alargado; el *Emelant,* de este sistema, coloca dos cañones por torre, de modo que arma 16 piezas. Tanto el *Nelson* como éste, no llevan unidad de calibre y por ello no influyen en estas observaciones.

1.° El *Arkansas*, con seis torres alineadas en el eje, de á dos piezas, en tres planos distintos ó á tres cotas diferentes, es la novísima tendencia de la artillería americana sobre la cual no se puede precisar más, por ahora, que el enorme peso que representa, y que supone, desde luego, el tipo super-Dreanought, todavía no sancionado. Este buque podrá disparar seis piezas en caza ó retirada y doce por banda en grandes sectores de fuego, probablemente en un campo de 110°.

Para calcular la potencia ofensiva de los cañones de un acorazado y encontrar un coeficiente de utilización, se suelen comparar sus sectores de fuego, que han de ser proporcionales á los poderes ofensivos de las piezas, y, de este modo, se viene en conocimiento de la mejor repartición de la artillería alrededor del buque para que sea mayor su rendimiento.

Detenidos estudios sobre el particular demuestran que la disposición

axial es superior á todas en el tiro lateral y es la que se preconiza para los descendientes del *Dreadnought;* mas por el pronto, sin resolverse de un modo definitivo por éstos, por el gran tonelaje que suponen, la disposición del primer coloso es la que aparece como término de comparación hoy y á ella debemos referirnos, aunque no sea perfectamente axial.

Las torres *a, b, c, e,* están en el mismo plano y la *d* más alta (fig 3).

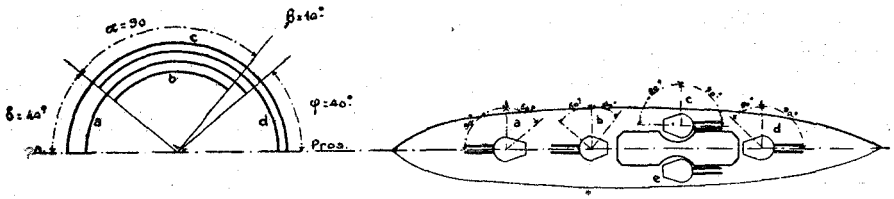


Fig. 3.

El trazado general de la cubierta permite los ángulos de tiro que se señalan, y se deduce que, tirando paralelamente, se obtienen por banda:

Angulo $\alpha = 90°$, cuatro torres *a, b, c, d.*

Angulo $\beta = 10°$, tres ídem *a, c, d.*

Angulo $\delta = 40°$, dos ídem *a, c.*

Angulo $\gamma = 40°$ (proa), dos ídem *d, c.*

Por consiguiente, la torre *c* es la mejor situada para estribor, pero inservible para babor. Resulta que pueden tirar.

En caza, tres torres *c, d, e.*

En retirada, tres ídem *a, c, e.*

En través, cuatro ídem *a, b, c, d.*

2.° Cuatro torres de dos piezas, como el anterior, *a, b, c* y *d* situadas

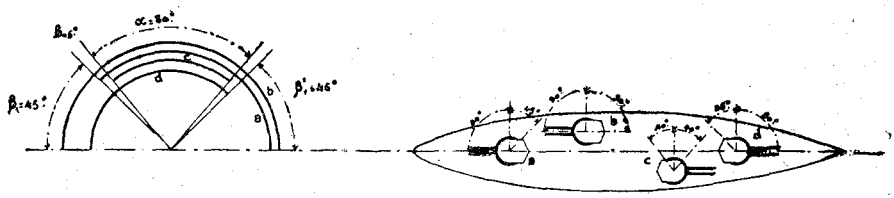


Fig. 4.

en el mismo plano. La figura señala los ángulos de tiro que permite la cubierta y de ella se deduce que se obtiene por banda (fig. 4):

Angulo $\alpha = 80°$, cuatro torres *a, b, c, d.*

Angulo $\beta = 5°$, tres ídem *a, b, d.*

Angulo $\delta = 5°$ (popa), tres ídem *a, b, d.*

Angulo $\beta'_1 = 45°$ (proa), dos ídem *a*, *b*.

Angulo $\delta_1 = 45°$ (popa), dos ídem *d*, *b*.

Por tanto resulta que la torre *b* tiene los 180° de campo de tiro para el fuego de babor, y que pueden tirar:

En caza, tres torres *b*, *c*, *d*.

En retirada, tres ídem *a*, *b*, *c*.

En través, cuatro ídem *a*, *b*, *c*, *d*.

Si bien en este caso con un ángulo un poco más reducido que en el anterior.

3.° Seis torres, dos de á dos y cuatro de á tres piezas de 28 centímetros, en distintos planos. La figura 5 señala los ángulos probables de tiro

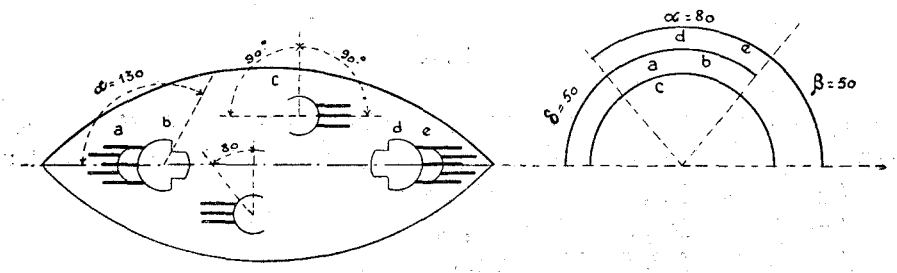


Fig. 5.

que permite la cubierta, y de ella se deduce que se obtienen por banda:

Angulo $\alpha = 80°$, las seis torres con 16 cañones.

Angulo $\beta = 50°$; tres ídem *e*, *d*, *c*, ocho cañones.

Angulo $\delta = 50°$, tres ídem *a*, *b*, *c*, ocho cañones.

Sólo la torre *c* tiene toda la amplitud de tiro y se puede contar en este sistema con el tiro siguiente:

En caza, cuatro torres y 11 cañones.

En retirada, cuatro ídem y 11 ídem.

En través, seis ídem con 16 piezas.

Es de tener presente que el campo de tiro aparece más reducido para el fuego de través, pues las torres *c* y *c'*, aunque en diagonal, parecen más próximas á la perpendicular media que en el proyecto británico.

El proyecto español comprende, por el pronto, la construcción de tres acorazados de gran calibre único, y si bien no se tiende á la imitación de los «colosos» en cuanto á tonelaje, con respecto á armamento se aceptan los principios.

En la disposición de la artillería hemos visto que, con cuatro torres, sólo se suple próximamente el efecto de cinco en cuanto á cubrir los sectores de fuego; en el *Dreadnought*, 90° de través quedan cubiertos por

el fuego de cuatro torres, pues una es inservible por banda, y en el británico-español se logra el fuego de sus cuatro torres en 80° de horizonte; hay superioridad innegable, en cuanto á ese pequeño ángulo, en número de impactos; pero no en cuanto á energía, pues como la de cada pieza es superior en el acorazado español, los *tonelámetros suma* son mayores en éste que en el primero. Claro es que ese buque inglés no es el mayor ni el más potente, pero conviene por el pronto fundamentarse en lo conocido y experimentado.

A este fin, del proyecto explicativo que se presentó á las Cortes, extraemos los datos que se citan en el cuadro siguiente.

DATOS	Dreadnought.	Proyecto británico.
Desplazamiento, toneladas (*)	18.186	15.400
Longitud del cañón en calibres, n.°	45	50
Peso del proyectil, k	385,6	385,6
Velocidad en la boca, m	868,7	914
Energía en la ídem, tm	14.826	16.430
Energía en la boca de 4 torres (8 cañones) tm	118.608	131.440
Energía en la boca de 3 ídem (6 ídem) tm	88.956	98.580
Energía en la boca de 2 ídem (4 ídem) tm	59.304	65.720
Angulos de fuego según diagrama: De 4 torres (8 cañones)	90°	80°
Angulos de fuego según diagrama: De 3 ídem (6 ídem)	10°	10°
Angulos de fuego según diagrama: De 2 ídem (4 ídem)	80°	90°
ENERGÍA-GRADOS		
De 4 torres	10.674.720	10.515.200
De 3 ídem	889.560	985.800
De 2 ídem	4.744.320	5.914.800
TOTAL ENERGÍA-GRADOS	16.308.600	17.415.800
Utilización: $\frac{\text{Energía-grados por banda}}{\text{Desplazamiento}}$	896,80	1.130,90
Idem relación	1,00	1,26

Los datos consignados de los primeros criterios, se indican en el citado proyecto; lo que decimos respecto del alemán es una hipótesis derivada de un dibujo esquemático.

Las torres de tres cañones se afirma que vienen impuestas por la con-

(*) Se establece la comparación con el *Dreadnought* como modelo. Comparando la artillería de 12 pulgadas (la del combate á distancia) con la del *Mikasa*, insignia de la escuadra victoriosa del Japón, éste tendría una energía mitad que la del proyecto británico.

sideración querer montar doce piezas de 12 pulgadas, por ejemplo, evitando alguna torre.

Hechos los planos y calculado el conjunto, dicen que el peso de la torre de tres piezas oscila entre los $\frac{4}{3}$ y $\frac{5}{4}$ del peso de la de dos; es decir, que existe la relación $\frac{16}{12} > p > \frac{15}{12}$; y, respecto á superficie atacable, se puede establecer $\frac{\text{Torre de dos}}{\text{Torre de tres}} = \frac{1}{1{,}136}$.

Añaden sus partidarios que tienen más masa las torres de tres y eso las hace más fuertes á la concusión de los proyectiles.

Se les presenta, como objeciones serias, el grave daño de un afortunado impacto, inconveniente que es irrebatible, dígase lo que se quiera; que sus dimensiones pueden ser causa de atrancamientos, lo que también parece cierto, aunque es más evitable; los movimientos anormales del disparo de una de las piezas de los extremos que dificultan ó retrasan las punterías en dirección de los otros. Todo ello constituye, en verdad, una serie de obstáculos por lo cual, en el momento presente, no se aceptan más que en el campo de la experimentación.

Observación del tiro y probabilidad.

Para la dirección del fuego se recomienda el concurso de tres personas: una que mida las distancias, otra que mida los desvíos y la tercera para trasmitir esos datos á la torre de mando. No hacen falta aclaraciones sobre este punto, ya que tales elementos determinan el blanco, punto de caída en cordenadas polares. En la generalidad de los casos se necesita una cuarta persona, situada en la torre de dirección, para ir trazando sobre la carta la ruta y deducir la probable del buque objetivo, ruta que servirá á modo de predictor. Tales ejercicios de tiro, requieren, el telémetro, el marcador, el predictor y el enlace estrechísimo de comunicaciones en todo momento.

Las dificultades son muy grandes, pues el marcador requiere estar muy alto, y como los telémetros son de base horizontal (de 2,74 metros en los tipos corrientes), y esta distancia, á grandes cotas, no se encuentra fácilmente, no pueden situarse juntos, lo cual origina el inconveniente de simultanear observaciones. Pero á la altura de la cota alta, el arco de balance es mayor, y la seguridad menor, por lo que se ve que esta cuestión sólo se puede resolver, previos numerosos tanteos, en ensayos y continuadísimos ejercicios.

Se preconizan las ventajas de un doble servicio telemétrico: uno en

popa y en otro en proa, con una estación central, protegida, que permita conmutar la red de transmisión de órdenes de las piezas con la línea de una ú otra estación.

Estas instalaciones son especiales en los diferentes tipos de buques, efectuándose la observación para el combate de caza, el de través y el general casi siempre en la torre de proa, y reservando la de popa para el tiro de las piezas próximas á ella, los fuegos de retiradas y casos de inutilización de la anterior, que es de mayor campo.

La probabilidad de tiro en el mar sigue marcha análoga á la general de todas las dispersiones. La dispersión en el sentido del alcance es mayor, con gran diferencia, que en el de la deriva; así se cita para el cañón Krupp de 10,5 centímetros que el área del 50 por 100 de impactos, á 3,500 metros, es de profundidad 25; anchura, 1,50; altura, 2,90. Además, el movimiento de la plataforma se traduce en incremento de la dispersión en el sentido del alcance precisamente; de modo, que para una eslora de 150 metros y tomando para los desvíos probables y prácticos el triple del teórico, si se supone centrado el tiro en momento dado, con 100 disparos podrán ser impactos los 100.

Para conocer el grave inconveniente que representa la superestructura, fijemos la zona peligrosa en altura del cañón moderno inglés de 30,5 centímetros á las distancias medias del combate:

		A 5.000 m.	A 7.000 m.
Zona peligrosa.—Blancos de.	10 metros.	171,7 m.²	97,9 m.²
	8 —	137,4 —	78,3 —
	4 —	68,0 —	39,2 —

Tales datos que bastan para comprender que aumentando alturas crece proporcionalmente la relación de vulnerabilidad.

La medición de los desvíos es precisa en el tiro progresivo, pero no no en el de horquilla que determina las dos trayectorias, entre las cuales se encuentra el blanco; horquilla denominada múltiple por la circunstancia que la acompaña de unidad de fuegos.

Puede decirse que el método práctico, el verdadero telémetro, es éste, mucho más contando como sucede actualmente, con piezas de tiro extrarápido. Llevando el centro de impactos á las proximidades del blanco, el tiro por descargas de grupo en alzas escalonadas, facilitará la determinación exacta de dicho centro, precisando sencillamente el número de disparos cortos, pues los que resulten largos serán muy difíciles de observar.

Los errores de dispersión son, á grandes distancias, mayores que el

valor de la zona peligrosa y no se alcanzaría el blanco sino se recurriese á la corrección por horquilla.

Se dice siempre que la victoria será de aquel que antes regule el tiro y esto depende de un acertado escalonamiento. Como el valor del alza varía con el calibre y con el alcance, resulta que dos calibres requieren dos direcciones y con ello la dificultad de la trasmisión, de tal modo que para alcances grandes será preferible utilizar un calibre único.

Respecto á las espoletas conviene la retardada para el tiro perforante; pero en el lejano es menester que sea muy sensible, y que baste el tropiezo con una cuerda para determinar la explosión. Se dieron casos en Satsuma de que las granadas rusas arrancasen chimeneas, sin que nada ocurriese después, y en cambio, los japoneses contaban con espoletas muy sensibles que funcionaban al menor obstáculo encontrado en el camino.

Ejercicios de tiro.

Para los ejercicios de tiro se construyen en Inglaterra buques blancos, que consisten en una especie de encerado enorme que flota sobre un casco de acero, muy bien lastrado; dicho encerado, viene á quedar rasando con la flotación, es remolcado y vigilado para el tiro, por ambas bandas, mediante barcos pequeños.

Los cañones que han de hacer fuego se calibran, primeramente, en una especie de polígono mixto, con el fin de ajustar las alzas al verdadero calibre; se tira á distancias fijas, sobre tierra, desde puntos completamente conocidos, y se calcula, en definitiva, una tabla de tiro con una cierta tolerancia, menor que cinco metros en 3.000. Hechos estos trabajos previos, el remolque del blanco sigue un trayecto secreto, designado de antemano.

El buque debe aguardar á que el blanco esté á 7.000 metros, y en ese momento le persigue en zig-zag para que entren en fuego sus dos andanadas. Las condiciones que deben llenarse son las siguientes, reveladoras de todo lo que puede exigirse á los colosos actuales: A los quince minutos de roto el fuego, la distancia final ha de quedar reducida á 5.000 metros, marchando siempre como queda expuesto, disparando todas sus piezas y con un límite mínimo de 35 por 100 de impactos, límite que es casi inadmisible, pues no empieza á considerarse como brillante, sino supera al 65 por 100. Para llamar la atención parece ser que es preciso el caso de un cabo de cañón del *Argonauta* que hizo 11 blancos de 11 tiros en un minuto, con un cañón de 15 centímetros.

Otras experiencias se dirigen á determinar la mejor posición relativa de los elementos de cubiertas. Se construyen torres, chimeneas y puentes

de mando simulados, representando maniquíes el personal indispensable. Así se ha comprobado que no hay modo de conseguir una verdadera defensa, pues los palos, las chimeneas y los maniquíes han sido destrozados siempre, y cuando han quedado sin destruir ha sido debido á haberlos situado de un modo incompatible con el desempeño eficaz de sus funciones. La guerra del Japón demostró también este aserto.

Los franceses utilizaron el *Jena*, acorazado inservible, para las experiencias; pero éstos se emplean más bien en el tiro sobre corazas pues en el tiro experimental de balística exterior, recomiendan algunos artilleros economizar la parte relativa á blancos, y proponen unas especies de balsas con toneles bien trincados y recubiertos con lona.

Como el sostener una escuadra es carísimo, las potencias navales se preocupan de que esos cuantiosos gastos no sean perdidos, y á ese fin, con el triple objeto de instruir al personal, de estimularle y de conocer el rendimiento de las unidades, se organizan concursos llamados de «tiro de honor», cuyos premios no nos interesan, pero sí las condiciones en que se efectúan.

La Marina francesa, en 1910, ha realizado tres series de tiros:

1.° De la artillería principal, en combate diurno y lejano de 7.000 á 9.000 metros y contra un buque de gran porte.

2.° De la artillería media, en tiro rápido y nocturno, tratando de repeler ataques de torpederos.

3.ª Tiro de destroyers, unos contra otros, en condiciones de combate.

El resultado fué que el premio de honor de la artillería gruesa lo alcanzó el acorazado *Democratie*, con 45 por 100 de impactos; el segundo, el *Renán*, con el 38 por 100, y el *Thonars*, con el 33 por 100. Venció la artillería media del *Patrie*, sin que sepamos el número de impactos.

En Italia se organizan premios sucesivos de conjunto, de división, de unidad, de torre y de los mejores apuntadores de piezas gruesas y ligeras. Por último, y para dar idea del patriotismo é interés de cierta parte de la prensa extranjera, aun en aquellas naciones que marchan á la cabeza del movimiento internacionalista, diremos que los grandes periódicos contribuyen al éxito de tales concursos, regalando premios, consistentes en costosísimas copas, que figuran entre las que distribuyen los Gobiernos.

Cálculo de la perforación.—En los anuarios, textos y revistas modernas, aparecen las fórmulas que corresponden á distintas artillerías y fábricas. No existe uniformidad, ni en su desarrollo numérico, ni en los parametros específicos de metales sobre los cuales se efectúa el tiro. Exponemos una que cita Mr. Jacob y que se emplea mucho en la artillería naval francesa.

Se dice que un proyectil, posee una velocidad extricta de perforación cuando con ella V_1, perfora por completo y queda á su salida con $V_2 = 0$, que indica su detención, ó lo que es lo mismo, la inversión total de la fuerza viva en el efecto de perforación.

Llamando:

p = peso proyectil, kilogramos.
a = calibre, decímetros.
v = velocidad extricta, metros.
e = espesor de la plancha, centímetros.
φ = coeficiente: proyectil sin cofia 1,35; proyectil con cofia 1,25,

se formula

$$V = \varphi \,.\, 1530 \frac{a^{0,75}}{p^{0,5}} \,.\, e^{0,7}$$

en la que, basta la exposición de los datos citados del valor φ para deducir las ventajas de la cofia, que otros artilleros discuten, como antes se dijo, porque la estiman perjudicial en las condiciones exteriores del tiro.

Maquinaria.

El agente motor en los buques modernos es el vapor. Le abonan lo conocido del receptor, la robustez de sus órganos, su regularidad y hasta su precio. El motor eléctrico sería imposible de aplicar por su peso; el de petróleo sería muy caro y muy complicado, por la necesidad de recurrir á los más perfeccionados. Hoy por hoy el vapor se impone.

En las pequeñas embarcaciones los motores de combustión interna parece que encajan de modo admirable, pero estos mecanismos son de una complicación extraordinaria y de un precio también grande, por lo cual, sin duda, el ensayo no se generaliza.

Sin embargo, nos permitimos señalar la importancia que tendría la adopción del motor de petróleo refinado. Este combustible es el que posee más *densidad calorífica absoluta*. Es decir, que el kilogramo de él es el que almacena más calorías. Por consiguiente, disponiendo de un peso de combustible que, según el exponente de carga, puede ser un 5 por 100, ó sean 1000 toneladas en buques de 20.000, claro es que el radio de acción se acrecentaría considerablemente adoptando el petróleo refinado como combustible. Pero seguramente la complicación, la necesidad de poderosos volantes, la irregularidad, las trepidaciones, especialmente el precio, lo difícil que sería la reposición y lo peligroso de semejantes almacenajes, son causa de que se desdeñe tan importante cualidad.

Siendo el vapor el agente aceptado para la evolución térmica precursora del trabajo mecánico, no se crea por ello que hoy continúan las máquinas alternativas y los grupos antiguos de calderas cilíndricas. El motor es la turbina, y el agente productor de calor, es la llama de petróleo, apta para la transformación señalada, ó son modelos bien estudiados de calderas multitubulares.

Aceptadas las turbinas por la ausencia de vibraciones, por su menor peso y por su sencillez sobre las máquinas alternativas, no es de esperar que se vuelva á las de combustión interna de tan desfavorables condiciones. Será el vapor sustituído en el porvenir por las mezclas detonantes cuando sean un hecho las turbinas de gas, formadas de un ciclo compuesto de una compresión y combustión en cámara aparte y de una expansión en turbina parecida á las ordinarias; pero estos problemas aún no están resueltos por las dificultades de fijar las condiciones de la combustión y la ley exacta de la expansión de mezclas heterogéneas, en composición, y variables de un instante á otro.

Calderas.—Como instalación moderna de calderas, ingeniosa y bien dispuesta, se debe citar la multitubular del *Pelayo*, muy modificada con respecto á la primitiva por notables maquinistas de la Armada española. La constituyen cuatro grupos de cuatro calderas cada uno, modelo *Niclausse;* cada caldera cuenta con 152 elementos tubulares, así es que el total de los del buque serán 2432.

La particularidad del modelo está en que cada tubo es en sí una verdadera caldera (fig. 6).

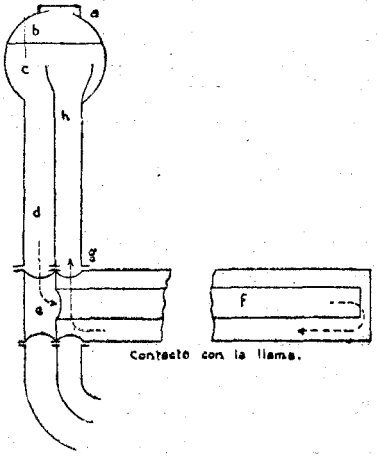


Fig. 6.

El nivel de agua es *b* en un colector de vapor horizontal que corre trasversalmente por la parte superiorde la caldera; el agua desciende por la parte izquierda del tubo vertical *d*, en que se empalman la serie de tubos; penetra á través de la lucerna *e* y recorre el tubo interior del elemento rodeando luego el espacio anular *f*, donde sufre el contacto directo de la llama. Se vaporiza y asciende por *g* y vuelve al colector por el embudo *h*, de nivel inferior á *b*, reteniendo la parte líquida de la mezcla y dejando el paso al vapor que se almacena en *b* y se toma en *a*. En algunos modelos perpendicularmente á esta línea de tubos hay otros que actúan de recalentadores; la alimentación se hace por grupo de calderas.

Nos hemos fijado en dicha caldera porque es la que nos parece más original. Las que cita M. Bertin (1), aunque englobadas la mayor parte entre las tubulares, son como los *Belleville* ó *Babock Wilcox*, muy conocidas; en este tipo *Niclausse* se hace la separación elementalmente por tubos y no por series, y en ello estriba su acierto.

El siguiente cuadro indica los tipos de calderas y los consumos de carbón por caballo-hora, para la velocidad económica que se indica, datos que nos servirán más adelante al tratar del radio de acción.

BUQUE	Desplazamiento.	Tipo.	H. P.	Velocidad económica.	Consumo por caballo.
Eduardo VII.....	16.350	Babcock y cilíndricas.....	3760	11,6	1,10
Agamenon.....	16.500	Yarrow.....	3494	11,8	1,10
Dreadnought.....	18.200	»	»	12,0	»
Proyecto español...	15.400	Babcock.....	3300	12,0	1,00
Carlos V.....	9.250	Cilíndricas.....	1800	10,6	0,85
Pelayo.....	9.500	Niclausse.....	2000	10,2	1,20
Tipo (1).....	16.000	»	5000	12,0	1,00

(1) Estos datos son los que fija el General Banús para el barco tipo de la moderna construcción naval.

Del empleo del petróleo como combustible de calderas, productor de la llama cuyo calor debe ser recogido por el agua, poco puede decirse de un modo definitivo. Parece ser que el problema está resuelto en la marina de pequeño tonelaje y dudoso todavía en la de gran porte.

En líneas generales, se siguen tres procedimientos: uno, muy costoso, lanzar un chorro de vapor petróleo, evaporado á mediana temperatura, que es el procedimiento conocido de *carburación por vaporización;* otro, inyectar una corriente de aire comprimido á través de una masa de combustible, ó lo que es lo mismo, pretender obtener la mezcla que se deriva de la *carburación por mezcla,* sistema que, aplicado en gran escala, resulta complicadísimo. Bastan los enunciados para comprender que no son otra cosa que la ampliación de los modelos de conocidos carburadores que emplea el automovilismo y para no dudar tampoco de su complicación. El tercer método dicen que es el más práctico. Se calienta el petróleo hasta cierto punto, después se comprime antes de proyectarlo en el horno y en éste se mezcla también con el aire á presión, que importa

(1) Máquinas de vapor marinas.

mantener fija. Este sistema es, además, el único para obtener la regularidad de la llama, de la cual resulta la de la presión interna.

Los petróleos, aun los refinados, producen distintos hidrocarburos, según su densidad y la temperatura. Eligiendo cuidadosamente el punto de vaporización y comprimiendo el vapor después para que se haga homogéneo, compresión que, además es favorable por su calor propio, han de igualarse los puntos de volatilización de los diversos hidrocarburos y mezclarse después con comburente homogéneo también ó lo más igual posible, reuniéndose los productos que han de componer la columna caliente, ó sea la de los gases resultantes de la oxidación exotérmica, de un modo regular y constante, cual conviene á una permanencia en los datos iniciales de trabajo.

Se atribuye al petróleo-combustible las siguientes ventajas: aumento del radio de acción, dado un cierto desplazamiento para el peso de combustible; ausencia de humos, es decir, fumivoridad completa; constancia en el régimen de marcha por no haber precisión de limpiar parrillas; constancia en la presión, por no existir los descensos que provienen de abrir las portezuelas del hogar con el consiguiente enfriamiento del fuego (1); facilidad de alimentación y ahorro de trabajo.

En este punto, como en el que vamos á tratar después, no conviene entusiasmarse muy pronto: pues todas estas excelencias son á costa del precio, del peligro y de la dificultad de aprovisionamiento. Si del petróleo se quiere obtener una verdadera ventaja, no debe elegirse ese camino, pues en toda transformación se pierde energía, y si es cierto que los destroyers con calentamiento de petróleo obtienen velocidades de 35 millas hora, no se puede negar que las canoas automóviles son más perfeccionadas en este punto y emplean el petróleo como agente directo, en su combustión interna.

Turbinas.—Al hecho de entrar de lleno este motor en la maquinaria marítima no conviene atribuirle tanta importancia como se le dá. Su supremacía, como hemos de ver, reside en la navegación tranquila, y por consiguiente, si es indiscutible para barcos pequeños y navegaciones en canales, no ocurre lo mismo para los de mayor porte, y sobre todo para los de guerra; las grandes armadas no están resueltas en absoluto por su instalación definitiva; sólo Inglaterra y Francia parecen desterrar la máquina alternativa y resolverse por el tipo *Parsons;* las marinas restantes, aunque optimistas respecto de este motor para buques de pequeño tone-

(1) Por regla general, en una caldera para elevar la presión hay que picar el fuego y cargar de nuevo, lo que obliga á un descenso prévio de aquélla. En este sistema bastará maniobrar las llaves de paso sin producir ese descenso.

laje, en los grandes acorazados acuerdan aceptarlo con ciertas prevenciones.

Examinemos previamente su organización y veamos su enlace con el propulsor, que es donde residen las dificultades anunciadas.

En el tipo de corriente empleo *Parsons*, de paletas fijas ó guías y álabes móviles, el vapor actúa por *acción* directa, previa su dilatación, en las coronas móviles, y por *reacción*, algo compleja en su fundamento teórico.

El metal de las paletas es el bronce; su tamaño depende de la potencia. Los álabes se unen á un tambor, formando el conjunto llamado rotor; su sección es una curva y su espesor decrece desde el canto más grueso, de acceso ó de admisión, hasta el canto más fino que corresponde al escape. A medida que la expansión crece, aumenta el volumen del vapor, varía el trazado de los álabes y teóricamente no podría haber dos coronas iguales; pero, en la práctica, esta determinación del cálculo, lo que consigue imponer es la variación por series, constituyendo cuatro ó seis grupos de verdaderas turbinas montadas sobre el mismo eje, de diámemetros crecientes y con los espacios llamados de expansión de dichas series, que sirven para que la transición de características térmicas (p, t, x) se efectúe de un modo uniforme. No tenemos precisión de decir que las cuestiones de lubrificación, muy importantes por existir gran número de revoluciones, están admirablemente resueltas (gastan menos que las máquinas ordinarias de igual potencia), y que van los rotores perfectamente equilibrados, cual es de interés primordial, pues agrupadas, como hemos de ver muy pronto, las turbinas de baja presión y las de ciar (marcha atrás), estas marchan en el vacío de ordinario, ó las otras en la inversa, de modo que esa cuestión es importante, aparte de que este equilibrio es necesario para la regularidad de la rotación en la marcha normal.

Hay un elemento característico de estas turbinas marinas, que conviene reseñar por el mejoramiento mecánico que supone: el compuesto por los pistones del empaquetado.

Tenemos situadas, por orden:

proa, aplicación del empuje, admisión, turbina, hélice, popa.

De actuar el vapor en esta forma resulta un empuje axial hacia la hélice, empuje contrario al del efecto del giro: por tanto, debe interponerse un órgano de equilibrio, y á la vez de obturación. Dicho órgano es, en conjunto, un émbolo especial formado por anillos que terminan en resaltos con la concavidad hacia el rotor; de este modo quedan situados:

émbolo, admisión, rotor.

Esta idea basta para comprender que se contrarrestan empujes y se obtura al mismo tiempo.

El punto de aplicación del empuje total, aquél en que la hélice y el eje empujan, á modo de poderoso gato, al conjunto, se sitúa delante de todo el mecanismo.

En el mismo eje de las turbinas, se colocan otras de menor diámetro, de tres series de expansiones, que sirven para la marcha atrás, y, preliminariamente á ella, se encuentran unos pistones de empaquetado, colocados esta vez hacia popa, pues el empuje es hacia proa.

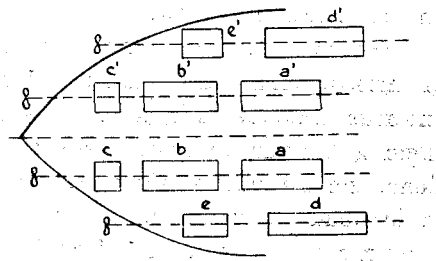


Fig. 7.

La instalación á bordo de las máquinas y de las turbinas, es muy curiosa y distinta, según deban situarse cuatro hélices, tres ó seis.

El «Dreadnought» lleva cuatro hélices, dos por costado en planos verticales, que distan 2,40 metros para que no se influyan recíprocamente.

La figura 7 indica el esquema de la instalación. Comprende disposiciones para marcha ordinaria (turbina de crucero *a*); para marcha forzada (dos turbinas, alta *b* y baja *d*), y para marcha atrás (dos turbinas, alta *c* y baja *e*). Las *a* son esencialmente económicas y de dimensiones medias.

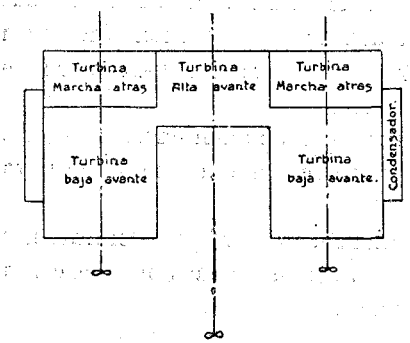


Fig. 8.

La disposición de tres ejes aparece muy extendida en los grandes transportes, en esos modernos buques de pasajeros que atraviesan el Atlántico en cinco días (fig. 8).

Difiere de la anterior en que todo el trabajo es simétrico y todos los ejes giran y son esfuezos que se suman. La central es la de alta y las laterales las de baja.

Por último, con máquinas alternativas más bien, y raras veces con turbinas, se ha distribuído el trabajo en seis hélices, correspondiendo á tres grupos de máquinas: una central y dos laterales, cuyos ejes forman un ángulo muy agudo en proa los pares de hélices laterales van simétricamente en los costados y el par central más retrasado, pero delante del plano del timón.

Este consta de un entramado metálico, revestido por plancha de ace-

ro. Gira en sus extremos y está *perfectameute equilibrado*, á pesar de su peso, que es grande, pues el de cruceros acorazados de 9.000 llega á 11 toneladas. Estos detalles de construcción naval se salen de la índole de este trabajo, y sólo los citamos porque conviene formarse idea de las dimensiones, objetos, materiales y disposiciones características de los principales elementos de los grandes buques que signifiquen un adelanto en construcción general.

Prueba de ello es la ingeniosa salida de los ejes fuera del buque. En el interior existe un cuidadoso prensa estopas; pero apenas se sitúa al exterior el eje de las hélices, no se amolda en toda su circunferencia á su soporte tubular de acero; éste se constituye á modo de anillo, á claro y lleno, con listones interiores de madera de guayacán, estriadas en la parte destinada al contacto, de manera que el agua misma del mar puede penetrar y ejercer de lubrificante entre el acero del eje y la madera que le sirve de soporte indirecto. De este modo se salva el rozamiento entre metales homogéneos y se evita la lubrificación.

Repetidas averías sufridas recientemente en distintos buques por las turbinas, y, en especial, en las de crucero, que á velocidades medias consiguen economía de combustible, han alarmado á la opinión general francesa, que hasta llegó á aconsejar la sustitución de tan útiles máquinas.

Bien estudiados los accidentes se ve que se reducen á la llamada «ensalada de paletas», debida á desigualdades de dilatación, fenómeno mal calculado, sin duda, y que, por el pequeñísimo huelgo axial que, para evitar pérdidas de vapor, se dejaba entre las paletas del rotor y las de la envuelta, daba origen á frecuentes averías.

Aumentado el huelgo á 2,5 milímetros, el funcionamiento es seguro, habiéndose demostrado la facilidad de la recomposición que ni siquiera exige el desembarco de las turbinas.

Los ingleses, buscando absoluta confianza, al par que rendimiento económico, adoptan una combinación de turbinas de acción y reacción que reemplazan con ventaja á las de crucero.

Propulsión.

Como material de fabricación de las hélices se empleó, en principio el bronce ordinario, siendo sustituído, en parte, por el fosforoso que es muy elástico. De la variación de la proporción fundamental depende el que se obtenga la ductilidad del cobre ó la dureza del acero carburado. La adición del fósforo impide la formación del óxido de cobre; pero dá mejores resultados, en ese sentido, la adición del cupro-manganeso, con

el cual se obtienen los mejores bronces en tenacidad y dureza, llegando á 23 kilogramos por milímetro cuadrado de límite de elasticidad y máximos alargamientos elásticos de 16,5 por 100.

Supongamos que en un motor ordinario se aumenta el número de revoluciones. Como el paso de la hélice, está ligado á la resistencia del agua, no es posible que rebase de cierto límite, y de su reducción se deduce que se hace precisa otra del diámetro.

Por tanto, con el número revoluciones decrece inversamente el diámetro del propulsor; es así que las hélices pequeñas son contrarias á la buena marcha, en mares agitadas y con viento de popa, luego, con aquel incremento de velocidad angular, se perjudica el buen rendimiento del propulsor, por esta primera razón.

Hay otra más, y es la que se designa por *cavitación*. Cuando la hélice gira rápidamente y con mucha presión sobre las palas, el agua es lanzada con rapidez en toda su periferia, y ocurre que la presión atmosférica acude con tardanza, se retrasa para rellenar el vacío posterior, que actuando en la reacción siguiente, es útil para favorecer el impulso efectivo.

Pero como el máximo rendimiento de la turbina se alcanza cuando su velocidad lineal es grande, y esto sólo se consigue ó amentando el número de revoluciones ó el diámetro, se deduce que un gran rendimiento en la turbina va unido á otro escaso del propulsor, ó viceversa; es decir, que la turbina y la hélice son contrapuestos y hay que buscar su enlace.

En la duda se sacrifica al propulsor y se busca el rendimiento máximo en la turbina, sin rebasar de 600 revoluciones. En mar tranquilo, en travesía de canales, en navegación sobre ríos, se equilibran ambas cuestiones, y pueden utilizarse turbinas de gran número de revoluciones aplicadas sobre hélices de regulares tamaños. En navegación de altura, no hay otro remedio que optar con desventaja por las dimensiones intermedias y acudir al grupo preliminar de crucero, de diámetro medio, para la marcha ordinaria y económica, y al grupo de alta y baja únicamente para la gran velocidad y lo más económica, á la vez, en lo posible.

La obra de Sothern *Turbina de vapor marina*, resume las ventajas del motor del modo siguiente:

1.ª Sencillez en el mecanismo.

1.ª Transmisión directa y posición más baja en el buque.

3.ª Seguridad en la marcha, supuesto un minucioso montaje.

4.ª Menor peso y menores vibraciones.

5.ª Conservación del centro de gravedad, por la ausencia de grandes masas oscilantes.

6.ª Regularidad en el par de rotación, por componerse de las fuerzas constantes tangenciales del vapor.

7.ª Conservación de calderas, por no necesitarse que el vapor se mezcle con las grasas, como sucede en el interior del cilindro. De ese modo se evita su descomposición, la adherencia de la grasa base, á la superficie de caldeo, y la influencia del ácido graso sobre la parte tubular de la caldera.

8.ª A grandes velocidades menor consumo.

Se citan, como inconvenientes, en el orden técnico práctico, el indicado de la falta de acomodación con el propulsor y en el orden puramente práctico: 1.°, que se desarrolla un calor enorme en la cámara de trabajo; 2.°, que la maniobra es difícil, pues á la moderada velocidad de 12 millas, se tarda, en las condiciones más favorables, tres minutos en la parada, recorriendo por inercia 633 metros, y si llega á 20 millas, caso de maniobra de combate, el tiempo se duplica y dicha distancia es de 940 metros; 3.°, que una avería por desprendimiento de un álabe, ocasionaría forzosa detención de algunas horas. Hay que reconocer que salvo el primero que se puede subsanar con facilidad relativa, á fuerza de activa ventilación, los otros inconvenientes nos parecen muy serios, y dicho se está que la táctica debe variar bastante por la situación relativa que dentro de una marcha imponen estos datos, y son tales defectos una complicación máxima que sólo podrá salvarse con una *cuidadosa, constante y costosa* práctica permanente en alta mar.

Por lo demás, resulta admirable que, mediante el vacío logrado por el el arrastre del vapor, del aire que existe dentro del condensador, se haya conseguido en el «Dreadnought» realizar marchas de 3.400 millas con 19 de velocidad media, y que consumiendo 0,685 kilogramos de carbón por caballo-hora se hayan desarrollado 25.054 HP con 535 revoluciones, y recorrido 170 millas en ocho horas (315 kilómetros, próximamente, casi 40 por hora). El consumo por hora en velocidades de 13 subió á 1,179 kilogramos que, tampoco es excesivo.

El proyecto británico español fija una máxima velocidad de 19 millas, y un radio de acción de 5.000, con velocidad económica.

Conviene insistir en que la turbina de crucero no quiere decir que sólo ella sirva para la marcha. Su colocación es en serie, ó sea antes del recorrido en la de alta. La razón estriba en el aprovechamiento del vapor, que se utiliza sin gran presión y con poca velocidad, por consiguiente. Claro es que, de esa manera, la turbina de alta trabaja en muy malas condiciones; pero no se tiene en cuenta, porque, como está montada sobre el mismo eje, tendría que marchar en vacío.

Otro punto esencial es la demostración de la marcha económica á grandes velocidades; el siguiente cuadro aclara esta cuestión mejor que toda clase de comentarios. Se refiere á dos buques gemelos de 3.000 to-

neladas, que sólo difieren en su motor, y construídos esencialmente para estas pruebas, realizadas á la par y en los mismos trayectos.

Se trata de los resultados medios de 30 horas de pruebas á 18 millas, de 24 á 10 millas, ó sean marchas límites, y de 4 á toda fuerza.

	Potencia en caballos.	Consumo de carbón por caballo-hora en libras	Millas por toneladas de carbón.
MARCHA LENTA			
Cilindros	897	2,56	9,75
Turbinas	897	3,22	7,42
Diferencia	0	+ 0,66	— 2,33
MARCHA RÁPIDA			
Cilindros	4.776	2,28	3,7
Turbinas	4.770	1,75	4,8
Diferencia	— 6	— 0,53	+ 1,1
MARCHA FORZADA			
Cilindros	9.573	2,89	1,75
Turbinas	13.000	1,85	2,15
Diferencia	+ 3.427	— 1,04	+ 0,40

Radio de acción.

El primer dato fijo es la determinación de la llamada velocidad económica, que no es peculiar solamente de las máquinas marinas, sino general á toda clase de motores. Esa velocidad corresponde á un estado derivado de una marcha dada, y todo ello es factor especial de cada tipo de máquina y buque, factor específico de conjunto. Se ve que sucede, por ejemplo, en los motores de combustión interna considerados aisladamente que, con la relación de compresión, aumenta el rendimiento térmico, pero el industrial, que es más complejo, no crece en igual proporción, sino que decrece á partir de $\varepsilon = 8$, encontrándose en ese valor su mayor efecto, su mayor rendimiento, su marcha económica.

Determinada ésta y su consumo, ó se calcula la fracción del exponente para obtener cierto radio ó conocida la capacidad de las carboneras, se fija éste.

Generalmente se hace un tanteo previo.

La potencia en máquinas se fija por medio de la siguiente fórmula:

$$HP = \frac{\sqrt[3]{\text{desplazamiento}^2} \times (\text{velocidad})^3}{K}.$$

Este coeficiente K hay que determinarlo, especialmente con modelos pequeños que guarden escala perfecta con el que es objeto de investigación. Varía con la velocidad; en el *Dreadnought* oscila entre los valores 290 á 263, al variar V desde 19,3 á 21 millas.

En los datos del proyecto español resultan las cifras siguientes para la potencia y la capacidad de carboneras:

$$HP = \frac{\sqrt[3]{15.400^2} \cdot 12^3}{330} = 3.241$$

ó sean 3.300, en números redondos. Para la máxima velocidad de 19 millas resultan K = 280 y H.P. = 15163.

5.000 millas, á velocidad de 12, suponen navegar 416 horas y el carbón preciso es

$$3.300 \times 416 \times 1{,}1 = 1.510{,}08 \text{ toneladas.}$$

CAPÍTULO V

TÁCTICA Y POLÍTICA

Estrategia y táctica navales.

La estrategia naval sa encierra en los principios siguientes:

1.° Concentración de fuerzas para el ataque.

2.° Dominio en el mar suficiente para utilizarle como barrera que impida al adversario recibir recursos.

Actualmente, el acopio de combustible es una de las mayores dificultades con que se tropieza en el trazado general del plan. Por otra parte, la práctica es esencial é insustituíble. Se afirma que Nelson llevaba en Trafalgar cinco años sin desembarcar, y á eso debió su triunfo.

Claro es que una escuadra, en las actuales condiciones, absorbe al navegar un verdadero caudal: pero creemos que, por lo mismo que las complicaciones crecen y las dificultades se multiplican, el navegar mucho sigue siendo indispensable para poder confiar en que una flota ha de cumplir gallardamente su misión.

Atender al sostenimiento de las escuadras y á su instrucción en los mares, debe ser cuidado preferente de las naciones marítimas.

El coronel Banús señala como principio de nuestra decadencia marítima la toma de Mahón por Barbarroja, y manifiesta que la mala dirección de los esfuerzos y el descuido del poderío naval, fueron causa determinante de la pérdida de Gibraltar y de las derrotas de Trafalgar, Cavite y Cuba.

Aunque se afirma que la táctica es el arma de los débiles, que en ella encuentran hábil aliado, para que sean interesantes y posibles los problemas tácticos, han de suponerse equilibradas aproximadamente las fuerzas contrarias, toda vez que si la superioriodad de una flota, respecto de la otra, es considerable, poco han de servir á la débil sus ingeniosidades en la maniobra, mientras que ha de asegurarse que si el poder

de ambos es semejante, alcanza el triunfo la que mejor posea el arte táctico naval.

La primera cuestión que se plantea al tratar de escoger la mejor disposición de una escuadra, al prepararse para el combate, es si deben maniobrar juntos todos los barcos que la componen ó formando distintos núcleos.

Siendo en una flota tanto más difícil de conservar la unidad táctica, cuanto más aumenta el número de buques, y resultando difícil de manenejar una línea muy extensa como todo orgánico, desde antiguo se prefiere la dislocación en grupos que, cooperando al fin táctico, evolucionen con independencia.

El inconveniente principal de tal sistema consiste en la falta de relación entre las divisiones, que puede ocasionar el copo de cualquiera de ellas, y que se traduce en una notable debilidad de poderío. Conseguir la aparentemente paradógica cualidad, de ligar los grupos tácticos entre sí conservando su libertad de acción, es el objetivo de la moderna táctica, siendo varias las soluciones propuestas por los marinos más eminentes.

Nuevo sistema.

Merece mención especial el sistema ideado por el Almirante noruego Borresen, del que han dado cuenta las revistas técnicas.

Consiste en establecer *relación de fuegos* entre dos divisiones, compuestas una de grandes acorazados, y otra de acorazados rápidos.

Para ello, procede del modo siguiente: Llama *centro táctico* el punto sobre el que se deben concentrar los fuegos, que será la cabeza ó la cola de la escuadra enemiga, y *círculo táctico* al trazado desde dicho punto como centro y la distancia de combate elegida como radio. Las líneas $a\,a'$ y $b\,b'$ (fig. 9), en las cuales han de colocarse las divisiones en que se divide la escuadra, son siempre tangentes á este círculo, y el triángulo $A\,B\,C$ formado por el centro táctico, y los buques insignias de las dos agrupaciones, equilátero, siendo sus lados, por lo tanto, iguales á la distancia de combate. El ángulo $A\,B\,C$ recibe el nombre de *ángulo de la flota*. El método Borresen se funda en la constancia del ángulo de la flota que debe conseguir la división de rápidos, modificando al efecto su situación y sus velocidades.

De manera, que la división de grandes acorazados maniobra libremente, teniendo iniciativa del ataque; y su complemento, la de los rápidos, observándola y observando al enemigo, merced á la gran velocidad de que está dotada, conserva inalterable dicho ángulo, logrando así,

dentro de una completa flexibilidad de movimientos, la relación constante entre las divisiones que recíprocamente se protegen en los fuegos.

En esta disposición se puede batir á la escuadra enemiga en condiciones favorables, y para llegar á ella debe cuidarse mucho del desarrollo de una buena marcha de aproximación ó sea el mejor paso del orden

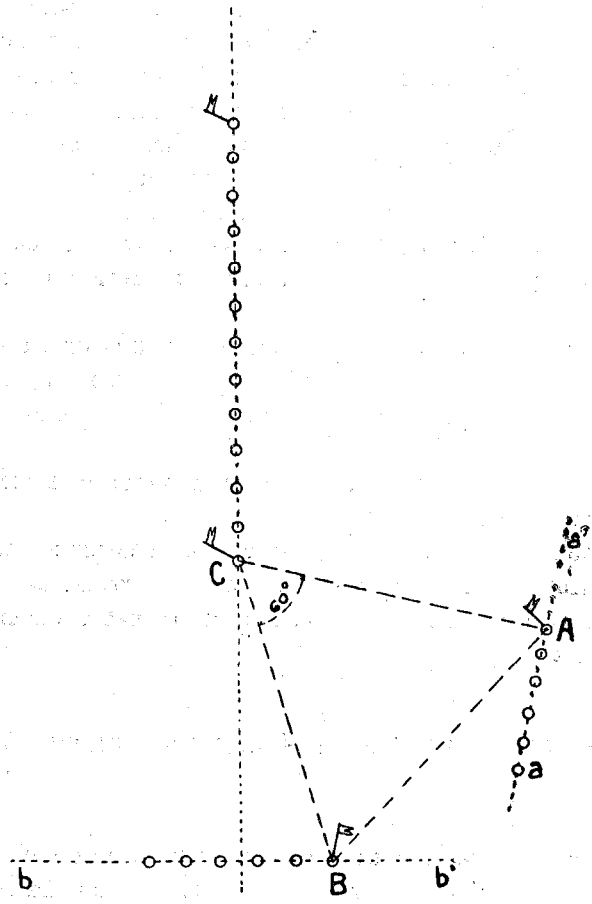


Fig. 9.

de marcha al de combate. Desde antiguo se ha preconizado como excelente la formación de una T con la flota contraria, es deir, colocarse en línea normal á la que ha de batirse, posición de máximo rendimiento de fuego. El orden de combate que las modernas teorías aconsejan, lejos de excluir la T, la completan con otra división de apoyo que ha de prestar

valioso servicio. No hay que olvidar que la zona peligrosa de los torpedos es más extensa por la parte de la cola que á la cabeza ó sea en la popa de las escuadras. En cuanto se aviste al enemigo, cuya situación deben delatar los radiogramas de los exploradores, han de forzarse las velocidades y hacer las evoluciones conducentes á fijar como centro táctico el acorazado contrario que marche delante.

Si ambas escuadras fraccionan sus elementos, hay, con rapidez y energía, que lograr las posiciones más ventajosas, huyendo de que una división del bando opuesto, introduciéndose entre dos divisiones propias, utilice el fuego de sus dos andanadas, siendo, en resumen, esencial la táctica de aproximación para conseguir supremacía en el momento de romper el fuego y que ya después será más fácil de mantener.

Primordial es el cañón en el combate; pero casi tan importante, por no decir más, es conocer todos los procedimientos tácticos que enseñan á esgrimir arma tan poderosa haciendo incrementar su eficacia.

Pueden resumirse los preceptos tácticos modernos de la siguiente manera:

1.° Es conveniente concentrar el fuego sobre una unidad elegida entre las más potentes, á la cual se hace centro del sector, de tal modo que reciba los fuegos de caza, ó mejor de andanada, de los buques escalonados en el arco.

2.° Homogeneidad de unidades en la distribución ó fraccionamiento de los objetivos parciales.

3.° La acción principal de los torpederos es la sorpresa: sus acometidas se deben limitar, para que sean eficaces, á las realizadas de noche, y también se emplearán en la persecución de la escuadra enemiga al retirarse del combate.

Relación entre los ataques marítimos y los ataques á plazas fuertes.

En la manera de batirse unas y otras, existe indudable semejanza, siendo análogos los métodos de ataque y defensa de una fortificación terrestre y los correspondientes de una flotante.

La moderna escuela de fortificación se caracteriza por la separación de funciones; se aislan los puntos de verdadera defensa, de las baterías de combate; aquéllos guarnecen lugares estratégicos, fijados por el terreno, y éstas son de emplazamiento variable, según las posiciones que elige el sitiado. Diríase que de este modo la fortificación adquiere movilidad; que no se sujeta á cimentar nada permanente y derrotando á la muralla

histórica y al recinto continuo vencen las tendencias de Scheibert, de hacerse, si se nos permite la frase, exclusivamente táctica.

El cañón llama al cañón; luego si los fuertes que defienden puntos tácticos, núcleos de apoyo ó que sirven de guardia protectora para que el atacante no fuerce la línea, no han de ser desmantelados antes de tiempo, es preciso que las baterías gruesas, las del combate lejano, se establezcan en relación con las posiciones que adopte el adversario. Este es el sistema que hoy preconiza Welitschko, y que sostienen los ingenieros ingleses Clarke y Jakson, y en Italia, Borgatti.

Pues bien, en la organización de las unidades marítimas vimos distinciones entre el acorazado rápido y el acorazado unidad, tales que á uno se le puede asimilar á gran batería de combate y al otro á verdadero núcleo defensivo. Todos los fuegos convergen en un coloso durante el curso de la batalla; ese buque está para batirse con otros semejantes y á ellos es á los que puede aplicarse la frase (tristemente memorable) de que sus corazas se fabrican para desafiar las granadas del adversario. Pero si la convergencia es un hecho y la masa destructora es una suma de considerables sumandos, no hay coloso que resista y acabaría por sucumbir si una batería móvil (que á tanto equivale un buque de mucha artillería y 7 ó 8 millas de sobre-velocidad en momentos dados) no se encargara de cooperar en el duelo de artillería presentándose, en definitiva, de un lado la energía y la velocidad y de otro la protección, hasta que unas ú otra triunfen. Es decir, que, á nuestro modo de ver, la salvaguardia de un *Dreadnought* es un *Invencible* y con ello queremos expresar el concepto de que atacado el primero por fuegos convergentes de unidades análogas, el segundo y sus congéneres á un costado y á más distancia han de contrarrestar aquellos fuegos.

Política naval española.

El problema naval es en España uno de los más interesantes problemas nacionales. La necesidad de disponer de una escuadra dotada de los poderosos elementos que las modernas tendencias preceptúan, ha sido desde hace tiempo objeto de acaloradas discusiones apareciendo extremada y violenta la controversia.

Opiniones en pro.—Los que abogan por la construcción de buques de combate declaran que sin marina no hay Patria, que es indispensable defender las islas Canarias y Baleares, las posesiones de Africa, las rías gallegas, Cádiz y todo nuestro extenso litoral; recuerdan la privilegiada situación geográfica de la península Ibérica é insinúan la codicia que puede despertar en las grandes potencias.

Razonan la imprescindible necesidad de buques ofensivos, porque la fortificación de las plazas marítimas resulta deficiente para la total protección de la costa, y porque para que la defensiva sea eficaz, hay que fundarla en un poder ofensivo real.

Según tales opiniones, si no queremos dimitir como nación independiente y libre, si aspiramos, aunque sólo sea á que se respete nuestra neutralidad, debemos contar con una flota importante.

La notable superioridad que la geografía nos concede en la estrategia naval estando indefensos, sin escuadras, se convierte, para nuestro daño, en motivo de justificada alarma y zozobra de cuantos se interesen por el porvenir de España.

Los que así piensan rechazan la teoría de que, antes que marina de guerra, es preciso marina mercante, asegurando que para que los productos encuentren mercado y para que las industrias y el comercio se desarrollen, es menester que cuenten con escuadras que les sirvan de escudo.

La producción aumenta; todas las naciones anhelan dar solución á sus problemas económicos, continuamente relacionados con su exportación, y, aunque parezca paradógico, las más pobres son las que deben gastar más en adquirir un poderío naval suficiente, como único medio de oponerse á la liquidación que de sus despojos quieran hacer las demás.

Renunciar al desarrollo de la armada es renunciar al progreso de la producción y, por consiguiente, aceptar la ruina cierta. Tenemos el ejemplo en Italia, pueblo menos productivo y menos extenso que España, y que por sacrificarse al mantenimiento de su marina de combate ve florecer su marina mercante y prosperar su comercio.

Señalan también los defensores de las escuadras el dato de que nuestra marina mercante figura en sexto lugar por su tonelaje entre las demás del mundo, que, si bien no es el que debiera, es muy superior al que la flota de guerra ocupa en la correspondiente escala comparativa.

Quienes pretenden que la reconstitución de nuestro poder en la mar sea un hecho, aunque desean que la industria nacional se favorezca en lo posible, declaran que no deben supeditarse á ellas las construcciones navales, que han de hacerse donde se hagan mejor y en las condiciones más ventajosas para el fin perseguido.

Después de la depresión sufrida en el ánimo público por la pérdida de las colonias y las amarguras que se condensaron en el Tratado de París, resurgió la energía de la raza, y una parte importante de la Nación pensó en que la previsión más rudimentaria aconsejaba atender perfectamente al desarrollo de la marina, se formó una llamada Liga marítima,

y en notables conferencias celebradas en el Ateneo de Madrid á cargo de los Sres. Sánchez Toca, Isern y otros, se expusieron con elocuencia los razonamientos glosados en las anteriores líneas.

Opiniones en contra.—Contraponiendo sus creencias á las enunciadas, otra parte numerosa de la pública opinión censura y critica la creación de flotas de combate. En el periódico, en el libro y en la tribuna se ha hecho encarnizada guerra á la creación de una escuadra poderosa.

Para los enemigos de la construcción de barcos se vuelven por pasiva las oraciones antecedentes. Según ellos, la situación geográfica de España, lejos de hacerla digna de potencialidad marítima, la perjudica, pues su carácter de península, sin las necesarias comunicaciones ferroviarias y fluviales, con montes y ríos cuyos trazados dificultan el acceso á la costa, incompleta por faltarnos el litoral lusitano y Gibraltar, se esteriliza hasta el punto de ser contraproducente.

La capital, donde se concentra la vida de la Nación, alejada del mar, sin vocación ni entusiasmo por él, no puede ser la metrópoli de un Estado genuinamente naval.

Antes que buscar mercado á nuestros productos hay que proteger la agricultura, crear la industria, dejar retoñar el comercio.

Según estas opiniones, que los acontecimientos se encargan de desmentir á cada momento, las grandes potencias no piensan en épicas conquistas y la tendencia al arbitraje internacional aleja el temor de las guerras, preconizando el imperio de la paz.

A las escuadras las consideran, los que así piensan, como los elementos ofensivos de la política de expansión, que concita odios y crea conflictos, y debiendo España limitarse al desarrollo de su riqueza y á una exquisita neutralidad exterior, no tiene para qué hacer los cuantiosos dispendios á que obliga una flota considerable.

España es pobre, no puede despilfarrar el dinero que tanto necesita para obras de reconstitución interior en comprar buques que, después de todo, no habrán de resultar bastantes potentes para ser tenidos en consideración, y se tornarán bien pronto en anticuados, dada la rapidez con que se suceden los perfeccionamientos en la arquitectura naval.

Antes que imponer productos en mercados extraños, es preciso procurar que su bondad los ponga en ventajosas condiciones de competencia.

Para defender el territorio, dicen, son preferibles obras de fortificación en las plazas marítimas y establecer redes de comunicación, lo cual lo consideran más eficaz y más económico que grandes escuadras, llegando á afirmar que de este modo resistiríamos un bloqueo años y años sin alterar la vida normal, ni escasear subsistencias. Robustecen los razonamientos en pro de la defensa costera, añadiendo que es indispensable

sin marina de guerra, pero con ella es también necesaria para servirla de apoyo, de donde deducen la primacía que debe concederse á fortificar la tierra antes de decidirse á enterrar millones en el mar.

Los bombardeos, fantasma fatídico de la fantasía popular, no son eficaces por lo general ni consolidan la victoria á no coadyuvar el pánico del vecindario, siendo fácilmente alejados los barcos agresores merced á una bien estudiada distribución de baterías de costa. Los ataques á viva fuerza se rechazan contando con un ejército de tierra debidamente dotado de los elementos precisos, sin que por ningún lado aparezca, para quienes tales aseveraciones hacen, la imperiosa necesidad en nuestro país de flotas combatientes. Entre los acérrimos partidarios de estas teorías se encuentra el Dr. Madrazo, que ha recopilado en un libro sus opiniones sobre la potencialidad marítima, que simboliza en un árbol cuyas raíces se extienden por el país, y son su suelo, su raza, su agricultura, su industria, su comercio, su riqueza, y cuyo fruto, en el mar, son el poder naval y su marina mercante, para deducir que, estando en España secas y abandonadas las raices, mal puede pedírsele frutos.

Proyecto español.—Las Cámaras españolas, en sesiones memorables, concediendo más valor á las razones en pró de las construcciones navales que á las opuestas, y aceptando una orientacición, más ó menos discutible, pero de un sentido patriótico indudable, formularon la ley de 7 de enero de 1908, según la cual han de crearse nuevos elementos de fuerza que tengan como fin la defensa de la autonomía é integridad nacional, asegurando la eficacia militar de nuestras bases navales, así como la influencia en mares próximos.

En dicha ley se conceden créditos para la habilitación de los arsenales de Ferrol, Cartagena y Carraca, haciendo en ellos reparaciones, dragados, dársenas, polvorines, aljibes y caminos, así como para 3 acorazados de 15.000 toneladas, 3 destroyers de 350, 24 torpederos de 180, 4 cañoneros de 800, 10 buques adecuados para la vigilancia en las aguas litorales de 150, y arreglo y dotación de los existentes.

En este primer avance de nuestro resurgimiento naval se han tenido en cuenta todos los adelantos en la materia, buscando que sea garantía de su eficacia el empleo de tipos y materiales aceptados como los mejores por las marinas extranjeras más perfeccionadas.

El concurso realizado para la adjudicación de las obras dió lugar á encontradas opiniones y multitud de dictámenes, acordándose, en cuanto al radio de acción de los acorazados, que las bases exigían alcanzase unas 5.000 millas en desplazamiento normal, que se sacrifique á la velocidad, elevando ésta á 19 millas y media, instalando mamparos de explosión y conservando en las carboneras espacio para que, en máxima carga, llegue

á las indicadas 5.000 millas dicho radio, aunque de ordinario sea de 2.250.

Al radio de acción algunos marinos le atribuyen un poder defensivo no despreciable; dicen que, dando amplio peso á las carboneras, se facilita la máxima velocidad, se disminuye el carboneo y se cuenta con un margen de desplazamiento que puede consagrarse á la artillería, si el progreso ó las variaciones de ésta lo impusieren. Las primeras ventajas son innegables; la última no lo es, pues el peso de carbón situado inferiormente no puede reemplazarse de modo tan fácil por el de artillería que carga en cubierta. En realidad á toda organización se le pueden poner reparos; si hay mucha artillería, el que es difícil la ejecución del fuego; si hay mucha protección, el que se carga demasiado el peso; si hay poca, que quedan indefensas las partes vitales; si la velocidad es grande, que el consumo lo es y que hay que sacrificar el cañón ó la coraza. Todo es discutible y el acierto estriba en sobreponerse á toda crítica que provenga ó de criterios equivocados ó de otros nacidos del interés, fijando las condiciones más en armonía con un plan ó programa estratégico-táctico que sirva de base. Por ello, todo lo que sea buscar términos prudentes, experimentados, aceptables, sin pretender llegar á los límites á que actualmente llega la industria moderna más perfecta, nos parece razonable y dentro de las modestas pretensiones de la llamada potencialidad económica de los paises que no están contaminados del imperialismo reinante y que se resignan á semejantes pretensiones que, en el fondo, encierran grandeza.

El armamento ofensivo de los acorazados que España construye lo forman ocho cañones de 30,5 y diez de 10,1 centímetros, sunchado ordinario y de 50 calibres de longitud. Además llevan dos cañones de desembarco de 70 milímetros, dos de 47 y dos ametralladoras.

La artillería gruesa va en torres movidas por energía hidráulica y á brazo, con recuperadores de resorte y manteletes que cubran las cañoneras.

Para ponerse en las mejores condiciones se establece, respecto del blindaje, que sea idéntico al que emplee el almirantazgo inglés en el momento de ordenar su fabricación. Lo constituirán fajas completas cerca de la flotación de grueso variable entre 23 y 10 centímetros y otras superiores de 15 centímetros; las barbetas se blindarán con planchas de 25 centímetros, se establecerán dos plataformas blindadas y se protegerá el armamento secundario con planchas de 75 milímetros, instalando red de defensa contra los torpedos.

Los destroyers tendrán velocidades de 28 millas, máquinas de turbinas y armamento de cinco cañones de tiro rápido de 57 milímetros y dos ubos giratorios para lanzar torpedos.

Los torpederos llegarán á 26 millas de velocidad y llevarán tres cañones de 42 milímetros y tres tubos giratorios, dotándose á los primeros que se construyan de turbinas, que se ensayarán para comprobar si resultan mejores que las máquinas alternativas.

Los cañoneros alcanzarán un radio de acción mínimo de 2.500 millas, velocidad de 13 y contarán con cuatro cañones de 75 y cuatro ametralladoras.

Este plan ha sido, como indicamos, muy combatido, admitiéndose, por otra parte, razonamientos que lo justifican; y así como publicistas notables lo atacaron, en otras revistas se citan con elogio las grandes unidadades, ponderando sus cualidades ofensivas.

Los *super-Deadnought* alcanzan precios exhorbitantes (80 millones) y, además, tácticamente se demuestra que son más convenientes tres acorazados de 15.000 toneladas, ajustados al tipo español de *Dreadnought-económico,* que dos de 26.000.

En efecto, en líneas paralelas de combate, tendrán para el fuego de través:

Los tres de 15.000: 8 torres de á 2 cañones $\times$ 3 = 48 piezas.
Los dos de 26.000: 10 » de á 2 » $\times$ 2 = 40 »

y para caza ó retirada:

Los tres de 15.000: 6 torres de á 2 cañones $\times$ 3 = 36 piezas.
Los dos de 26.000: 8 » de á 2 » $\times$ 2 = 32 »

Una tendencia que también tiene muchos partidarios y que ha encontrado abrigo en los grandes rotativos españoles, censura la construcción de acorazados para España por considerar que no podrá construir los precisos para contender con ninguna de las potencias marítimas, limitándose, á lo más, la acción de los que se construyan á inmovilizar una parte de la flota enemiga, y juzga que, por tanto, es una orientación equivocada la del programa que ha de terminarse en 1916, siendo también infructuoso el esfuerzo, que costaría repetirlo para duplicar la nueva escuadra en 1920, debiendo tenerse en cuenta que sólo los gastos de entretenimiento de cada acorazado, que suponen han de salir *encanecidos* de los arsenales, se calculan en 5 millones anuales, todo lo cual demuestra, según dicen, lo desproporcionado entre el probable resultado que, ni como aliados, nos haría importantes y el sacrificio cierto que representa.

No aspirando al papel de verdaderos combatientes, debíamos cons-

truir en cambio numerosos torpederos y sumergibles, con los que podríamos, con absoluta libertad de movimientos, hostilizar al enemigo, á quien se obligaría á incesante fatiga, obteniendo una finalidad más práctica que la de presentarle batalla en condiciones inferiores.

Defender las costas con una escuadra de exploradores, torpederos y sumergibles, es más apropiado á nuestras condiciones económicas, según esta teoría, que meternos en la empresa, superior á nuestros recursos, de querer construir esas moles acorazadas con las que se disputan el dominio de los mares los poderosos.

Consideraciones.—Verdaderamente asombra el continuo aumentar de tonelajes y de elementos de toda clase que se observa en las marinas extranjeras en incesante pugilato. Los «colosos» del mar llevan camino de crecer y crecer ilimitadamente su poderío. Pero, ¿es que se va á llegar á unidades de 40.000 toneladas? ¿Es que esas unidades carecen de complicación? ¿Es que el torpedo no progresa paralelamente? ¿Los puertos y arsenales admiten calados de nueve metros? ¿Son totalmente inservibles los cañones de 20 y 15 centímetros?

Puntos son éstos muy delicados para contestaciones afirmativas y absolutas. Hasta no ver futuros combates con los «colosos» no se puede hablar con fijeza de todo ello.

Lo que sí es cierto es que el coste y la complicación crecen en razón directa del tonelaje. El coste puede ser la ruina de las naciones pobres, y la complicación es mayor cuando no se dispone de los elementos necesarios.

Pero también es cierto que los débiles deben aliarse con los fuertes, y, partiendo de esa base, hay que establecer el objetivo, ó sea la fuerza en magnitud y en dirección que, compuesta con la del aliado, dé una resultante prefijada.

Adivinar esa especie de paralelógramo en el espacio y en el porvenir, es la gestión transcendente del gobernante, pues en ello van la honra, la vida y el tesoro de la nación.

Basta ver lo magno del problema de fijar un programa naval, difícil de resolver para los ingenieros navales, aun los más eminentes y preparados, y observar como contrasta con el desconocimiento y la indiferencia de la generalidad respecto á esta cuestión, para juzgar cuánta no será la audacia ó la impremeditación, la absoluta falta de patriotismo, de personas ó entidades que aprovechen estas coyunturas para fines bastardos.

Ligeramente hemos bosquejado la discusión de calibres y tonelajes, y vemos que, en sólo la marcha global, aparecen problemas tan complidos que no los pueden resolver fácilmente, ni aun aquellas personas más tituladas para ello, sino han seguido paso á paso todos los progresos: des-

de la aleación en milésimas de la coraza hasta la erosión producida en el rayado por las distintas pólvoras; desde el cálculo general del balance en los momentos más peligrosos de un combate, hasta las propiedades del lubrificante de un cojinete de una máquina de ventilación.

Hacer *política* de esto, demuestra carencia absoluta de razón ó insolente alarde de ignorancia.

CAPITULO VI

CONSIDERACIONES SOBRE DEFENSA DE COSTAS

Generalidades.—Una defensa bien organizada debe conseguir:

1.° Mantener alejada la escuadra enemiga, para evitar su acción sobre un poderoso objetivo marítimo, entendiéndose por tal una plaza, elemento integrante de activo núcleo defensivo, base importante de consumo, puerto de refugio ó arsenal.

2.° Oponerse á los desembarcos, precursores de un sitio ó de una invasión.

Tales cometidos, en realidad, se reducen á uno: defender el frente marítimo de una plaza de guerra, importante por sus comunicaciones, por servir de base á la escuadra del defensor, ó por consideraciones político militares.

Error general y vulgaridad muy corriente es el creer que en cada rada, en cada pequeño puerto deben situarse baterías. Tan falsa es esta idea como la del recinto contínuo en la fortificación terrestre.

Si dedicásemos estas líneas á profanos insistiríamos mucho, aunque inútilmente, en discutir con los que careciendo de los principios de arte militar, sostienen la cómoda doctrina que el Coronel Banús llama antimilitarismo pasivo (1), de proclamarse partidarios de la extrema economía arguyendo que todo no puede hacerse bien y que en cada 100 metros de litoral, no es posible situar una batería. No quieren enterarse de que es más útil una concentración poderosa de fuerzas, por ejemplo, en Ferrol, Cádiz, Cartagena, Barcelona, etc., que una defensa general de la costa.

Las plazas marítimas, en su elección y en su trazado, en su organización táctica y en su finalidad estratégica, están dentro de los principios generales de la fortificación permanente.

(1) «El Arte militar á principios del siglo XX».

Si una fortificación cae al fuego del cañón, también el soldado muere por el tiro del fusil.

El soldado y el fusil, el cañón y la fortificación, son obstáculos y son armas; son dificultades que se presentan á un enemigo, activas en la ofensiva, pasivas durante la defensa.

¿Cómo debe conducirse un buque de los llamados colosos ante una batería? ¿Seguirá la superioridad de ésta? ¿Serán anulados sus fuegos?

El Coronel de la Artillería francesa, M. Rouquerol, responde concretamente. «No son ya una excepción los navíos de 20.000 toneladas, y el porvenir nos reserva, á no dudar, unidades de 25.000 y más.»

«Estos colosos, armados con una docena de cañones gruesos, y más del doble de los de mediano calibre, no podrán emplear útilmente, contra las defensas de costa, las propiedades que les hacen hoy día necesarios en el combate contra otros navíos. Están á merced de un proyectil bien apuntado.»

«Lejos de asustarse, el Capitán de una batería ante la vista de una de esas unidades, *debe, por el contrario, felicitarse.* En primer lugar, el temor de comprometer buques de 60 millones de francos, embarazados en la proximidad de la costa por calados de ocho y nueve metros, excluirá toda osadía en la maniobra, y, por otra parte, las baterías no correrán de hecho mayores peligros contra estos navíos que contra otros más pequeños.»

Examinemos sucesivamente las enseñanzas que señalan los últimos bombardeos y ataques á plazas marítimas y procedimientos de combatir con los poderosos elementos navales que se presentan en el día; los detalles de artillado y baterías, y, por último, un resumen de todas las consideraciones sobre el particular.

Enseñanza de las últimas guerras.

Los bombardeos de la escuadra son, generalmente, ineficaces contra las baterías. Los días 6 y 16 de junio de 1898 la escuadra yanqui lanzó sobre las baterías de Santiago de Cuba 3.500 proyectiles, contando con 374 piezas, 64 de las cuales eran de grueso calibre.

Situada dicha escuadra á una distancia media de cuatro kilómetros, lo que con una costa bien organizada no debe ocurrir, el resultado de tan ruidoso bombardeo fué nulo: primero, porque no se intentó el paso; segundo, porque las baterías no sufrieron apenas; y, por último, porque la escuadra refugiada en el interior, contra la cual iban los tiros más largos, tampoco sufrió nada.

Este resultado lograron 19 piezas situadas convenientemente, y de

ellas, sólo dos de tiro eficaz. Claro es que la Historia no colocará á la marina yanqui, por estos combates, ni siquiera á mediana altura, pues su prudencia superó á todo límite y aunque á eso contestan que su éxito hubiese sido mayor si no hubiera habido el decidido propósito, de carácter político, de no perder ni un sólo buque, se puede afirmar que las baterías quedaron inmunes, luchando dentro de una desproporción verdaderamente inconcebible.

En Puerto Arturo, al principio de la campaña, efectuaron los japoneses numerosos bombardeos, sin resultado eficaz, ni contra las baterías, ni contra la escuadra, ni contra la plaza.

Los buques rehusaron el combate con las baterías, situándose lejos, á 10 ó 12 kilómetros, y á esta distancia no hay tiro posible.

En nuestra Memoria sobre «Plazas marítimas», clasificamos las baterías en cuatro clases: *de combate, perforantes, de pequeño calibre y submarinas.* Ese orden corresponde á su importancia, y buena prueba de ello es que en el sistema tipo que proponíamos, se suponía la defensa de una plaza constituida por cuatro baterías perforantes, ocho de ataque y diez de obuses, lo cual representa ya una fuerza considerable, cuyo gasto calculamos ascendería á 15.000.000 de pesetas próximamente.

Como entre las baterías de combate propiamente dicho ó bombardeo, se incluyen las de obuses y morteros ó de fuegos curvos, resulta que la proporción que señalamos es de 4 á 18; por cada cañón de 30,5, cuatro piezas de calibre entre 15 ó 24 centímetros, ó lo que es más claro, por cada granada perforante, cuatro y media granadas torpedos.

El estado presente de la Artillería y su fuego, nos pemite decir que es acertada aquella proporción; los combates últimos demuestran lo razonado de este aserto.

En realidad, el efecto que debe perseguir la costa es el incendio; el que persigue el gran acorazado es la perforación. Resulta, que éste y las baterías poseen armas diferentes, y como, además, las últimas dominan, el duelo es desigual y favorable para el cañón fijo, con explanada de hormigón, sistema telemétrico también fijo, cota alta y observación relativamente sencilla.

El aludido coronel Rouquerol, define el aspecto exterior de una batería de costa diciendo que es un macizo de hormigón de cemento que generalmente sólo aparece desde el mar como un ligero trazo, más ó menos confundido con los huecos de las orillas, y del cual emergen, para el observador lejano, cuatro salientes de 1,50 de diámetro.

Las baterías no caen sino por un tiro prolongado de brecha, al cual no se presta la artillería de los buques por los ángulos de tiro que le permiten sus montajes.

En cambio los buques caen por el efecto de lo que pudiera llamarse brecha metálica de sus partes débilmente acorazadas, por el incendio de su interior, por la muerte de las tripulaciones, por la conversión de un activo elemento ofensivo en una boya, sin más dirección que la que la imprima la corriente.

Hay que recordar, á este respecto, lo que se dijo del *Suwarof* en el combate de Satsuma, y notar que ése debe ser el procedimiento que ha de perseguir la costa.

El relato del naufragio de aquel buque insignia de Rodjewenski, resulta emocionante: «Toda la artillería del reducto fuera de servicio; todas las comuniciones interrumpidas; todas las entradas al puente interceptadas con destrozos de material y restos de cadáveres; incendio en diversos puntos; todo el menaje interior ardiendo, tapicerías, linoleun, hamacas, sacos, muebles; todo destruído por granadas de 15 centímetros disparadas entre 2.000 y 4.000 metros que, alcanzando al buque, acabaron por reducirle á boya inerte incapaz de combatir.»

Las condiciones topográficas de un litoral pueden permitir el paso de los buques, al abrigo ó en los ángulos muertos de las baterías altas. En este caso, si la anchura de la ría es muy grande y la defensa submarina difícil, no hay más remedio que recurrir á la batería perforante, por lo cual entran en el plan defensivo de una plaza marítima; pero insistimos en que el núcleo principal lo deben constituir las piezas de calibres intermedios, las baterías que se designan en España como de ataque ó bombardeo y los alemanes denominan de protección.

Además, hay que observar las condiciones en que se hace el tiro contra una batería alta. El ángulo de incidencia útil en un ejercicio de esta clase, y contra un blanco situado en distinto plano de la pieza es el que se designa por ángulo de arribada, que para un punto colocado más alto se mide por la diferencia entre el ángulo de caída y el de situación. El minuendo es pequeño, porque las trayectorías son muy tendidas; de modo, que si el sustraendo es de 4° á 6° (tangente próxima á $\frac{1}{20}$ ó $\frac{1}{25}$, ó sea batería á 100 metros y buque á 2.500), el ángulo de incidencia tiende á la horizontal, con lo cual la precisión y la observación son imposibles, si de antemano se ha despejado la parte posterior de la batería de espaldones y rocas que, en este caso, podrían ser su *auto-ruina*.

El buque tropieza siempre con la gravísima desventaja de la movilidad de las explanadas. Por ello, si en un ejercicio de fuego han de observarse los resultados, conviene que las trayectorias de sus cañones se presten á la observación. En este sentido el fuego rasante es el que se adapta mejor. Los acorazados se han hecho para batirse contra otros análogos,

pero no contra obras de hormigón, muy elevadas respecto á su horizonte. Esta ventaja subsiste á favor de la costa, y subsistirá siempre que no cambie el armamento del buque, que, lejos de cambiar, tiende á unificarse con piezas de tiro más rasante cada vez.

Lo dicho se refiere á baterías altas y bajas; pero no á las invisibles para el barco, como las de tiro indirecto, contra las cuales carecen de medios de acción. La costa debe emplear, con preferencia, la granada torpedo; es decir, que, suponiendo que el núcleo del fuego sea de artillería media, el proyectil que ha de usarse principalmente será el de fuerte carga explosiva.

A las baterías de obuses se les encomiendan los mismos objetivos, desde hace mucho tiempo: batir las cubiertas á distancias variables con tiros directos ó indirectos. Las de morteros las baten también, generalmente en menor alcance, y los alemanes les asignan el papel de proteger los ángulos muertos del litoral.

El Capitán Prieto, artillero de sólidos prestigios, en un notable trabajo sobre defensa del litoral, ha demostrado que el tiro de obuses gruesos, en cargas apropiadas, puede ser eficaz para alcances de 1550.

Los artilleros alemanes comprenden la costa en lo que, de un modo general, llaman *fortaleza móvil* que abarca:

1.° La escuadra, dispuesta á contrarrestar á la que ataca, sin la cual toda defensa resulta inútil, pues el tiempo realiza lo que no realizan las armas, como en tales casos ha demostrado siempre la Historia.

2.° Una red perfecta de comunicaciones en el litoral que permita la defensa inmediata de los puntos vulnerables.

3.° Baterías flotantes, con los buques anticuados, y baterías que aprovechen la red que se cita.

4.° Frente de tierra, organizado como el de la mejor plaza de guerra. Sobre punto tan capital no es preciso insistir. Ni Santiago de Cuba, ni Puerto Arturo fueron tomados por el puerto propiamente dicho.

Innovaciones en el material de costa.

Las innovaciones del material de costa son poco importantes. De ellas hemos adquirido algunas noticias relativas á las casas Krupp y Schneider, que señalamos á continuación.

Krupp.—Posee, como modelos de material moderno de costa: dos cañones de 24 centímetros; un obús de 28 y dos cañones extrarrápidos. Los dos cañones de 24 centímetros son análogos, variando en el montaje; uno es de giro adelantado y el otro de eclipse.

El primero tiene 40 calibres; está formado de un tubo reforzado con

zunchos y un manguito; descansa en cuna y el retroceso lo limitan dos frenos hidráulicos, volviendo á batería mediante cuatro recuperadores, previa la intervención de un moderador; el campo de tiro es de 150°; dispara tres veces en cincuenta y tres segundos; y el conjunto se protege con escudo de frente oblicuo-cilíndrico, techumbre abovedada y paredes rectas. Puede también situarse el cañón con montaje de giro central, y en este caso se duplica el campo de tiro.

El modelo correspondiente al de montaje de eclipse es de 45 calibres y es algo más pesado que el anterior, sin que presente nada notable. Sus tres disparos se pueden hacer en un minuto y catorce segundos.

Lo datos balísticos de estas piezas, se dice son los siguientes:

Datos.	Montaje de tiro adelantado.	Montaje de eclipse.
Peso cañón.....	25.890 kilogramos	28.800 kilogramos.
Peso total.....	77.490 ídem.....	158.600 ídem.
Peso proyectil.....	215 ídem.....	215 ídem.
Velocidad inicial.....	730 metros por 1''....	800 metros por 1''.
Energía de la torre.....	5.845 tonelámetros.....	7.020 tonelámetros.
Alcance máximo.....	14.100 metros.....	14.700 metros.

La casa Krupp, al presentar estos nuevos modelos, parece como seguir y hasta adelantarse á la tendencia de disminución en los calibres perforantes para costa. Nótese que estas piezas son bastante inferiores en poder de perforación á los modelos de 1901, uno de los cuales, el pesado de L = 50 es el reglamentario para armar nuestras baterías. Este, en la boca, debe perforar 104 cm. de hierro forjado, y, en cambio, á los dos que citamos, se les asigna 73,9 y 88,9 cm. respectivamente.

El obús de 28 centímetros no presenta particularidades dignas de mención con respecto á otros semejantes. Es de acero con zunchos y manguitos, dos frenos y cuatro recuperadores.

Los dos cañones de tiro extra-rápido van en montaje de candelero y sus datos son los siguientes:

Datos.	Calibre 7,5 centímetros.	Calibre 8,8 centímetros.
Longitud	50 calibres	35 calibres.
Peso total: pieza en batería	3.335 kilogramos	2.280 kilogramos.
Peso del proyectil	5,20 ídem	7 ídem.
Velocidad inicial	920 metros por 1''.	770 metros por 1''.
Alcance máximo	9.000 metros	9.000 metros.
Disparos	28 por 1'	40 por 1'.

Schneider.—Presenta como verdaderamente notable un mortero de costa y sitio, de 28 centímetros, desmontable en seis partes y transportable parcialmente por arrastre. Es de acero níquel, con tubo y dos manguitos; consta de un trineo, que retrocede con el mortero sobre una cuna sujeta á una plataforma metálica; posee escudos de 6 milímetros y pesa en total, con su explanada, 15 toneladas.

Dispara dos granadas, una de 344 kilos con velocidad de 260 metros por segundo, y otra de 260 kilos y 310 metros de velocidad. Los ángulos de tiro oscilan entre 20° y 60°.

Para el primer proyectil se citan los siguientes datos de tiro según la distancia:

X	φ	V. remanentes.	ω
4000	20°	235 metros	21° 10'.
5000	26°	234 ídem	28° 18'.
6000	37°	233 ídem	39° 48'.

La pieza puede cambiarse de emplazamiento con facilidad. Para tirar basta abrir una fosa de un metro y colocar en ella su explanada. Dispara dos veces por minuto y su constitución responde por completo al plan de defensa móvil que se preconiza para plaza y costa, en el cual el sistema defensivo se apoya en una buena red de comunicaciones, conocimiento exacto del terreno que se ha de batir y construcción de obras semipermanentes á cubierto.

Detalles orgánicos.

A continuación exponemos los detalles orgánicos que, á nuestro juicio, son más favorables para la defensa de costas.

Baterías de combate.—Cota: 100 metros.

Obras semienterradas, á barbeta, y excepcionalmente enterradas con montaje de eclipse.

Armamento: cañones de tiro rápido de 19 ó 20 cm., velocidad inicial: 900 metros.

Cañones de tiro rápido de 15 cm., velocidad inicial: 600 á 700 metros.

Obuses de 24 á 30 cm., velocidad inicial: 400 metros.

Proyectiles: granadas semiperforantes y con preferencia torpedos y algunos shrapnels.

Tiro directo, indirecto y de desmonte.

Baterías perforantes.—Cota: 30 metros.

Obra enterrada en pozos ó al descubierto con protección de escudo.

Cañón de 24,28, 30,5 ó 35,6 cm., tendiendo á ser posible, al más perfeccionado que posea la marina; velocidad inicial: 650 á 900 metros.

Proyectil: granada perforante y semiperforante.

Tiro directo y de perforación.

Los montajes de los cañones gruesos son, por regla general, de plataforma giratoria, apoyada en una explanada de acero empotrada fuertemente en un macizo de hormigón. El cañón, por los muñones, se apoya en cureñas cortas sobre el marco de la plataforma y el retroceso es pequeño por el efecto de frenos poderosos y recuperadores.

Se le protege al cañón y á los sirvientes con un caparazón ó cúpula de poco espesor, de acero endurecido, que gira con el conjunto.

Los ángulos de tiro oscilan entre 15° y 4°.

Los montajes de los cañones de combate, como todos los de costa, tienen manteletes para preservar á los apuntadores.

Baterías de tiro rápido.—Cota variable.

Obra al descubierto:

Armamento: cañones de 7,5 á 10,2 cm., velocidad inicial: 900 metros.

Granadas torpedo, hasta 15 disparos por minuto, y algunos shrapnels.

Tiro directo y de desmonte.

No hacemos mención de las baterías submarinas, ni tampoco de las flotantes, porque nada nuevo hay sobre el particular; sólo diremos que, á

nuestro parecer, no aventajarán esos barcos anticuados provistos de excelente artillería, ó sean las baterías flotantes, á las perforantes de tierra. En efecto, contra la boya armada existe el torpedo y el torpedero, de modo que su destrucción será fácil y la pérdida muy grande, quedando el paso indefenso para ataques sucesivos, lo que no ocurrirá con los permanentes de tierra cuya destrucción exige comprometer seriamente á la escuadra.

La elección de calibre y la preferencia de fuegos, ó mejor dicho, de efectos, es materia opinable, y respecto á ella caben todos los juicios siempre que les guien el buen deseo y se funden en opiniones autorizadas. En este sentido participamos de las ideas que preconizan el mayor calibre para costa, y un tiro que tienda á los efectos de mina, por considerarlo más acertado que la reducción del diámetro y el efecto único de perforación para el cañón grueso. Nos induce á pensar así, el que, los que sustentan estas opiniones, lo hacen por razón de economía, tratando de armonizar su criterio con los recursos nacionales.

Como por otra parte, el cañón de marina 30,5 cm., se dice que es *sencillamente manejable*, aunque al de costa, por hoy, se le niega esa facultad y se discute el que sus proyectiles de 300 á 400 kilogramos puedan transportarse fácilmente del repuesto á la batería, por carecer de los necesarios elementos de fuerza, eléctricos principalmente, de los cuales el buque dispone de sobra.

Creemos, aun así y todo, que problema tan complejo debe resolverse, juntamente con el del alumbrado, en el sentido que indicamos.

Tenemos por indudable que si dos artillerías navales se baten á 6.000 metros, en las mismas condiciones puede intentarse la lucha de una batería con una escuadra.

Resumen.

La costa, á nuestro modo de ver, debe contar con los mayores calibres y usar el tiro de semiperforación en el sentido de acumular efectos rompedores.

Un cañón de 26 ó 28 centímetros puede lanzar un proyectil con velocidad de 900 metros por minuto que, á distancias relativamente próximas, 3000 á 5000 metros, logrará la perforación de corazas, aun en su parte central. Pero conviene advertir que la granada debe ser la de 215 ó 220 kilos de peso, que con una proporción del 2 ó del 3 por 100 de carga interior supone sólo 7 kilogramos de explosivo como máximum.

Supongamos ahora el cañón de 30,5 centímetros, que arroja una granada de 386 kilos con una velocidad inicial de 914 metros, cuyos efectos

de perforación, por el pronto, serán superiores á los del cañón de 26 centímetros. La proporción puede elevarse á un 7 por 100 entre el peso y la carga y, sobre el efecto de la perforación, puede contarse con los de una mina de 386 $\times$ 0,07 = 27,02 kilos de melinita; y conste que no nos referimos á la pieza de 30,5 cm. americana, ni mucho menos á la de costa de 35,6 para las cuales los resultados serían dobles. La batería perforante es la que se bate en condiciones más semejantes á la del acorazado y debe aceptar el duelo en iguales condiciones de armamento.

En las columnas del Memorial de Ingenieros (1) apareció un detenido estudio respecto al proyecto de armamento de nuestras costas, redactado por la Comisión de experiencias. Actualmente se aceptan los cuatro calibres que allí se citan: cañones 24 L.50 (similar Krupp, 1901); 19 (ídem Krupp análogo al Vickers, tiro rápido); 7,5 (ídem Vickers, extrarápido); obús 24 acero (Ordóñez-Trubia). Esta artillería, admirablemente estudiada y sabiamente distribuída, responde á la eterna cuestión de nuestras necesidades y medios económicos, pues aunque ya se indica que sería conveniente llevar más allá el efecto destructor de las corazas, se prevée, no sólo el aumento de coste del cañón en sí, sino el de su instalación y protección.

El Coronel La Llave, dice en su apoyo: «En los sistemas anteriores había todo un escalonamiento de calibres y potencias perforantes que dificultaban la elección y suscitaban dudas acerca de la eficacia. Más vale lo que ahora se adopta, un sólo calibre, con tal que se reserve para aquellos puntos verdaderamente eficaces.»

El Coronel Rouquerol pone de relieve el grave error que entraña el consentir la debilidad de un punto.

La defensa del litoral de una plaza obedece á plan fijo. Cada batería es autónoma en cuanto á su objetivo peculiar, pero éste viene derivado del conjunto.

Unas baterías con otras se refuerzan, completan ó auxilian; dejar una á medio terminar ó con mala artillería, equivale á abrir una brecha que, hábilmente aprovechada y combinada, puede acarrear otras más considerables. A este respecto dice el expresado Jefe:

«Sería ciertamente de desear que todas las obras presentasen los perfeccionamientos más recientes y que todas las baterías estuviesen armadas con los mejores cañones. Pero como la razón económica no lo permite, es preciso utilizar, en la medida posible, los trabajos existentes y los cañones disponibles.

(1) 1907, págs. 1 á 15. Comprende todas las tablas de tiro de las piezas que se citan.

»Hay que evitar el *engañabobos* de las obras viejas arregladas á poco coste y de los cañones antiguos utilizándose por economía.

»No tenemos que insistir que mejor es nada que una mala batería, mal armada ó destinada á sucumbir al primer proyectil enemigo.

»Las obras incapaces de llenar su cometido son causa de debilidad del sistema á que pertenecen.

»Es preciso tener el valor de entregar sin remordimientos al pico, al martillo y á la refundición, todas las obras y todo el material anticuados, incapaces de buenos servicios y susceptibles solo de atraer el fuego enemigo y estimularle y envanecerle con fáciles triunfos...»

Como resumen de lo expuesto y teniendo presente las opiniones sustentadas, se pueden fijar las siguientes condiciones precisas para el establecimiento y servicio de las baterías en la defensa de costas:

1.° Buenos métodos de tiro y de observación.

2.° Rapidez para batir blancos móviles (1).

3.° Material moderno y tan perfeccionado como el que monte la escuadra, sacrificando el número á su utilidad real.

4.° Fortificaciones avanzadas para alejamiento de la escuadra y cuidadosa fortificación del frente de tierra.

5.° La costa debe procurar el incendio mejor que la perforación, y que peligren las condiciones navales del buque, ante su fuego, antes que tratar de destruir las partes más protegidas.

La batería que puede lanzar más melinita sería más útil que la que arroje grandes pesos de acero, dotados de miles de kilográmetros.

6.° Lo más temible para una escuadra refugiada en un puerto es un *raid marítimo*, efectuado con torpederos, siendo indispensable para evitarlo perfecta vigilancia, buena iluminación nocturna en la entrada y baterías de tiro rápido escalonadas y bien adiestradas en el tiro sobre puntos fijos conocidos, por el sondeo detallado del puerto, como de ruta precisa.

***

Ponemos punto en nuestro trabajo, que escuda sus deficiencias en la idea, consignada al principio, de que las informaciones SOBRE MARINA MILITAR contribuyan á que se vulgarice lo vital é indispensable que es para España atender al problema de su defensa naval.

---

(1) La rapidez es necesaria en la gruesa artillería y en la menor, y no tanto en las intermedias. Es indispensable en el tiro de campaña y en el de costa y no es precisa en el de sitio y plaza.

ÍNDICE

CAPÍTULO IV

El buque en acción.

CAPÍTULO V

Táctica y política.

CAPÍTULO VI

Consideraciones sobre defensa de costas.

Relaciones mensuales de la Asociación Filantrópica,

Novedades ocurridas en el personal, etc. etc.,

correspondientes al año de 1911.

CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO

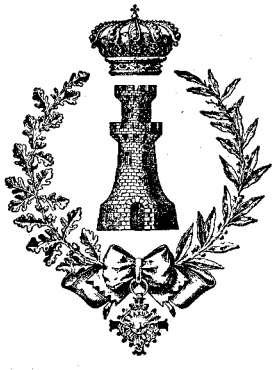
RELACIONES MENSUALES

de la

ASOCIACIÓN FILANTRÓPICA

Novedades ocurridas en el personal, etc., etc.,

correspondientes al año de 1911.



MADRID

IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉCITO»

—

1911

INDICE

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de diciembre de 1910.*

	Pesetas.
Existencia en 30 de noviembre.	49.651,45

CARGO

Abonado durante el mes:

Por el 1.er Regimiento mixto..	96,50
Por el 2.º id. id.	98,05
Por el 3.er id. id.	97,90
Por el 4.º id. id.	80,80
Por el 5.º id. id.	98,55
Por el 6.º id. id.	»
Por el 7.º id. id.	87,75
Por el Regim. de Pontoneros.	80,35
Por el Bon. de Ferrocarriles..	72,40
Por la Brigada Topográfica...	16,05
Por la Academia del Cuerpo..	167,40
En Madrid.....	1.105,60
Por la Deleg.n de la 2.a Reg.n	158,90
Por la id. de la 3.a id.	107,70
Por la id. de la 4.a id.	113,95
Por la id. de la 5.a id.	89,10
Por la id. de la 6.a id.	155,55
Por la id. de la 7.a id.	70,05
Por la id. de la 8.a id.	59,95
Por la id. de Ceuta.....	27,30
Por la id. de Melilla.....	»
Por la Com.a de Mallorca....	53,85
Por la id. de Menorca....	27,80
Por la id. de Tenerife.....	37,60
Por la id. de Gran Canar.a	26,00
Suma el cargo.....	52.580,55

DATA

	Pesetas.
Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, Comandante retirado. D. Hilario Correa Palavicino.....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.110,00

RESUMEN

Importa el cargo.....	52.580,55
Idem la data.....	3.110,00
Existencia en el día de la fecha	49.470,55

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 (35.000 pesetas nominales) depositados en el Banco de España, por su valor en compra.....	35.577,50
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	13.893,05
Total igual.....	49.470,55

Nota. Durante el presente mes no ha habido alteración en el número de socios, existiendo, por tanto, los 706 que figuraron en el balance de noviembre último.

Madrid 31 de diciembre de 1910.=El tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.º B.º=El General presidente, MARVÁ.

BALANCE general de fondos correspondiente al año de 1910.

DEBE

		Pesetas.
Existencia en 31 de Diciembre de 1909		42.153,10
Abonado durante el año:		
Por el 1.er Regimiento mixto	1.068,60	
Por el 2.º íd. íd.	1.294,00	
Por el 3.er íd. íd.	1.182,90	
Por el 4.º íd. íd.	1.011,65	
Por el 5.º íd. íd.	1.252,50	
Por el 6.º íd. íd.	769,40	
Por el 7.º íd. íd.	984,70	
Por el Regimiento de Pontoneros	973,25	
Por el Batallón de Ferrocarriles	805,30	
Por la Brigada Topográfica	212,60	
Por la Academia del Cuerpo	2.062,00	
En Madrid	9.429,75	
Por la Delegación de la 2.ª Región	1.582,20	
Por la íd. de la 3.ª íd.	1.333,90	
Por la íd. de la 4.ª íd.	1.247,50	
Por la íd. de la 5.ª íd.	1.041,65	
Por la íd. de la 6.ª íd.	1.011,95	
Por la íd. de la 7.ª íd.	775,00	
Por la íd. de la 8.ª íd.	664,20	
Por la íd. de Ceuta	379,05	
Por la íd. de Melilla	407,70	
Por la Comandancia de Mallorca	658,20	
Por la íd. de Menorca	343,60	
Por la íd. de Tenerife	424,50	
Por la íd. de Gran Canaria	306,55	31.222,65
Intereses de 40.000 pesetas nominales en títulos de la Deuda amortible al 5 por 100, correspondientes al 1.er trimestre, hecha deducción de 2 pesetas por derechos de custodia en el Banco de España	398 »	
Beneficio obtenido de la venta de 5.000 pesetas nominales de la íd. íd.	37,50	
Intereses de 35.000 pesetas nominales de la íd. íd., correspondientes á los trimestres 2.º, 3.º y 4.º	1.050 »	1.485,50
TOTAL		74.861,25

HABER

Pagado por las cuotas funerarias de los señores socios fallecidos que á continuación se expresan:		
D. Manuel Molinello Alamango	3.000,00	
D. Federico Molero Levenfeld	3.000,00	
Excmo. Sr. D. Francisco Rizzo Ramírez	3.000,00	
D. Ricardo Escrig Vicente	3.000,00	
D. Enrique de Eizmendi Sagarminaga	3.000,00	
D. Francisco Pintado Delgado	3.000,00	
D. Luis Martínez Pedrosa	3.000,00	
D. Hilario Correa Palavicino	3.000,00	
		24.000,00
Pagado al Banco de España, por derechos de custodia de un título de la Deuda amortizable al 5 por 100, de 5.000 pesetas nominales		0,75
Suma y sigue		24.000,75

	Pesetas.
Suma anterior.....	24,000,75
Pagado á la imprenta del MEMORIAL del Cuerpo, por dos facturas de impresos.....	69,95
Idem durante el año, por gratificaciones al escribiente y al cobrador, á razón de 100 y 10 pesetas mensuales, respectivamente.....	1.320,00
Suma.....	25.390,70
Existencia que pasa al año de 1911.....	49.470,55
TOTAL.....	74.861,25

Detalle de la existencia.

En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 (35.000 pesetas nominales), depositados en el Banco de España, por su valor en compra.....	35.577,50
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	13.893,05
IGUAL.....	49.470,05

Madrid 31 de Diciembre de 1910.—El Tesorero, *Guillermo de Aubarede.*— Intervine:—El Coronel, Contador, *Javier de Manzanos.*—V.° B.°:—El General, Presidente, *Marvá.*

ACTA *de la sesión celebrada por la Junta general ordinaria el día 5 de enero de 1911.*

PRESIDENTE

Excmo. Sr. General D. JOSÉ MARVÁ Y MAYER.

VOCALES

Coronel, SR. D. JULIO RODRÍGUEZ MOURELO.

Otro, SR. D. FRANCISCO JAVIER DE MANZANOS Y RODRÍGUEZ-BROCHERO, Contador.

Otro, SR. D. GUILLERMO DE AUBAREDE Y KIERULF, Tesorero.

Teniente Coronel, DON PASCUAL FERNANDEZ ACEYTUNO Y GASTERO, Secretario.

EN la plaza de Madrid, á 5 de enero de 1911, previa convocatoria publicada en el MEMORIAL DE INGENIEROS correspondiente al mes de noviembre del año anterior, se reunió la Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército en Junta general ordinaria, en el despacho que, en el Ministerio de la Guerra, y como Jefe de la Sección del Cuerpo, ocupa el Excmo. Sr. General D. José Marvá y Mayer, bajo su presidencia, y con asistencia de los señores expresados al margen, que forman parte de la Junta directiva de la Sociedad.

El Sr. Presidente declaró abierta la sesión, á las cuatro de la tarde, y dispuso que por el Sr. Secretario se diera lectura de la convocatoria, que dice así:

«Con arreglo á lo dispuesto en el art. 19 del Reglamento de esta Asociación, y para los efectos que dicho artículo determina, se celebrará Junta general ordinaria el día 5 de enero próximo, á las cuatro de la tarde, en el local que ocupa la Sección de Ingenieros del Ministerio de la Guerra.—Madrid 1.° de noviembre de 1910.—El General Presidente, JOSÉ MARVÁ.»

Acto seguido fué leída el acta de la sesión anterior, celebrada el 5 de enero de 1910, siendo aprobada por unanimidad.

A continuación se leyeron las cuentas generales de ingresos y gastos correspondientes al año de 1910, las cuales arrojan el siguiente resultado:

Cargo.

	Pesetas.
Existencia en 31 de diciembre de 1909	42.153,10
Importe de las cuotas recaudadas en 1910	31.222,65
Beneficio obtenido del capital invertido en Deuda amortizable al 5 por 100	1.485,50
Suma	74.861,25

Data.

Pagado por ocho cuotas funerarias á familias de igual número de socios fallecidos, según se detalla en el balance general	24.000,00	
Idem por gastos de administración, según ídem íd.	1.390,70	
Suma	25.390.70	
quedando, por consiguiente, en 31 de diciembre de 1910, una existencia de		49.470,55

cuyo pormenor es el siguiente:

En títulos de Deuda amortizable al 5 por 100 (35.000 pesetas nominales), por su valor en compra	35.577,50
En el Banco de España, en cuenta corriente	13.893,05
Total	49.470,55

Puestos los comprobantes de estas cuentas á disposición de la Junta, el Sr. Tesorero manifestó, con la venia del Excmo. Sr. Presidente, que, comparados los ingresos obtenidos en el año con los de 1909, resultaba un aumento de 575,92 pesetas en la recaudación de 1910, por el concepto de cuotas, y una disminución de 508,50 en el producto del capital invertido en la Deuda amortizable del Estado, consistiendo estas diferencias: la primera, en que fueron alta 43 nuevos socios, habiendo sido baja sólo 8, y la segunda, en que, como se hizo presente á la Junta en la sesión anterior, hubo necesidad de proceder en diciembre de 1909 á la venta de 10.000 pesetas nominales, de las 50.000 que en títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 poseía la Asociación; y que el 17 de marzo del año próximo pasado, y por igual causa de atender á los fines sociales, se había vendido el título núm. 75.667, serie C, de 5.000 pesetas nominales, al cambio de 102,40, obteniéndose un beneficio de 37,50 pesetas, por haber sido adquirido el 25 de enero de 1908 al 101,65.

La Junta general aprobó, por unanimidad, las cuentas presentadas, y, apreciando la constante solicitud demostrada á favor de la Sociedad, por parte de la Directiva, acordó, también por unanimidad, dar un voto de gracias á todos los señores que la componen.

Dada cuenta del movimiento de socios habido durante el año de 1910, resulta que existían, en 1.º de enero, 671; que fueron alta 43 primeros tenientes, procedentes de la Academia, habiendo causado baja 8, por fallecimiento, y quedando, por tanto, 706 en 31 de diciembre.

Y no habiendo más asuntos de que tratar, el Excmo. Sr. General Presidente levantó la sesión, á las cinco de la tarde.—El Teniente Coronel, Secretario, *Pascual Fernández Aceytuno.*—El Coronel, Tesorero, *Guillermo de Aubarede.*—El Coronel, Contador, *Javier de Manzanos.*—El Coronel, Vocal, *Julio Rodríguez.*—V.º B.º—El General, Presidente, *Marvá.*

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de diciembre de 1910.*

	Pesetas.
Existencia en metálico en 30 de noviembre último.....	8.046,55

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	183,50
Por el 2.º id. id.	202,10
Por el 3.er id. id.	203,30
Por el 4.º id. id.	181,80
Por el 5.º id. id.	185,60
Por el 6.º id. id.	»
Por el 7.º id. id.	190,80
Por el Regim. de Pontoneros.	156,90
Por el Bon. de Ferrocarriles..	153,10
Por la Brigada Topográfica...	42,10
Por la Academia del Cuerpo...	314,80
En Madrid.....	1.916,65
Por la Comandancia General de la 2.ª Región.....	312,20
Por la id. de la 3.ª id.	160,60
Por la id. de la 4.ª id.	168,40
Por la id. de la 5.ª id.	138,00
Por la id. de la 6.ª id.	322,80
Por la id. de la 7.ª id.	105,60
Por la id. de Melilla	111,50
Por la Comandancia principal de la 8.ª Región.....	152,70
Por la Comandancia de Ceuta.	60,90
Por la id. de Mallorca....	117,70
Suma y sigue.....	13.427,60

	Pesetas.
Suma anterior.....	13.427,60
Por la Com.ª de Menorca.....	68,40
Por la id. de Tenerife....	93,20
Por la id. de Gran Canaria.	57,00
Suma el cargo.....	13.646,20

DATA

Por trabajos de copia y de escritura al dictado, realizados en Secretaría.....	8,00
Nómina de gratificaciones del escribiente de la Tesorería y del cobrador.....	67,50
Suma la data.....	75,50

RESUMEN

Importa el cargo.....	13.646,20
Idem la data.....	75,50
Existencia en el Banco de España en cuenta corriente...	13,570,70

Madrid 31 de diciembre de 1910.=El coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El teniente coronel, contador, ANTONIO MAYANDÍA.=V.º B.º El General presidente, MARVÁ.

Asociaciación del Colegio de Santa Bárbara y San Fernando.

Tesorería del Consejo de Administración.

BALANCE de caja que comprende el movimiento de caudales desde el 15 de enero de 1910 á 15 de enero de 1911.

DEBE

	Pesetas.
Existencia en Caja en 15 de enero de 1910	218.749,17
Cuotas de Cuerpos y Socios	114.480,00
Recibido por el Colegio por la dotación del mismo	49.870,00
Honorarios de alumnos internos, externos y medio pensionistas	3.444,00
Productos de la finca de Carabanchel	1.529,60
Pensiones de dote acreditadas	17.925,75
Depósitos ingresados en Caja por haber abonado de más algunos Cuerpos	5,00
Beneficio obtenido en la venta de 12.500 pesetas nominales	157,50
Intereses del papel del Estado	1.998,70
Donativos	52.828,95
Suma	460.988,67

HABER

Importe de las cuotas de Socios que han sido bajas, sin haberlas satisfecho	436,00
Gastos de material de Secretaría	4.566,40
Importe de las pensiones satisfechas á huérfanos	52.941.45
Importe de las de dote á huérfanas que han sido baja	2.733,50
Importe de las pensiones de dote acreditadas y depositadas en Caja	17.925,75
Gastos del Colegio	71.598,38
Seguros de la finca de Carabanchel	60,50
Finca y obras ejecutadas en la misma	225.164,88
Pagado al Ayuntamiento de Vitoria, primer plazo de la compra del terreno y alquiler de la casa que ocupó el Colegio	2.625,00
Rectificación de cuotas	21,00
Existencia en Caja, según arqueo	82.915,81
Suma	460.988,67

DETALLE DE LA EXISTENCIA EN CAJA

Recibo pendiente de una huérfana	500,00
En metálico en Caja	85,33
En metálico en la Caja del Colegio	3.066,53
Entregado en metálico al mismo para sus atenciones	2.000,00
En C/C en el Banco de España	3.875,00
En papel del Estado depositado en el Banco de España (37.500 pesetas nominales en títulos del 4 por 100 interior)	31.012,25
En carpeta de cargos pendientes	3.810,70
En la Caja de Ahorros del Monte de Piedad	38.566,00
Total	82.915,81

V.º B.º
El General Vicepresidente,
Gobantes.

El Teniente Coronel Tesorero,
Severo Gómez Núñez.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE DICIEMBRE DE 1910

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA ACTIVA

Retiros.

C.[1] Sr. D. Miguel López Lozano, pasa á esta situación con residencia en esta corte.—R. O. 26 diciembre 1910.—*D. O.* número 284.

Ascensos.

A Coroneles.

T. C. D. Félix Casuso y Solano.—R. O. 3 diciembre 1910.—*D. O.* núm. 267.

T. C. D. Atanasio Malo y García.—Id.—Id.

T. C. D. Guillermo de Aubarede y Kierulf.—Id.—Id.

A Tenientes Coroneles.

C.[e] D. José Castañón y Valdés.—Id.—Id.

C.[e] D. Eloy Garnica y Sotés.—Id.—Id.

C.[e] D. Eugenio de Carlos y Hierro.—Id.—Id.

A Comandantes.

C.[n] D. Leonardo Royo y Cid.—Id.—Id.

C.[n] D. Florencio Subiás y López.—Id.—Id.

C.[n] D. Ignacio de Castro y Ramón.—Id.—Id.

A Capitanes.

1.er T.[e] D. Juan Liaño y Trueba.—Id.—Id.

1.er T.[e] D. Manuel Cuartero y Martínez.—Id.—Id.

1.er T.[e] D. Ricardo Maya y Cano-Manuel.—Id.—Id.

Cruces.

T. C. D. Manuel Acebal del Cueto, se le concede la Placa de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad del 31 de agosto de 1910.—R. O. 22 diciembre 1910.—*D. O* núm. 283.

T. C. D. Juan Cólogan Cólogan, id. id. id. id., con la del id. id.—Id.—Id.

T. C. D. Eduardo Ramos y Díaz de Vila, id. id. id. id., con la del id. id.—Id.—Id.

C.[e] D. Fernando Tuero de la Puente, id. id. id. id., con la del 3 de julio de 1910.—Id.—Id.

C.[n] D. Fernando Martínez Romero, id. id. la cruz de id. id. con la del 24 de mayo de 1907.—Id.—Id.

C.[n] D. José Galván Balaguer, id. id. id. con la del 22 de diciembre de 1909.—Id.—Id.

C.[1] Sr. D. Manuel de las Rivas López, id. id. la Placa de id. id. con la del 9 de julio de 1909.—R. O. 29 de diciembre de 1910.—*D. O.* núm. 288.

Recompensas.

C.[n] D. Miguel Manella Corrales, se le concede la cruz de 1.[a] clase del Mérito Militar con distintivo blanco y pasador del «Profesorado», como comprendido en el art. 8.º del Reglamento orgánico para las Academias Militares.—R. O. 6 diciembre 1910.—*D. O.* número 270.

C.[e] D. Cirilo Aleixandre Ballester, id. id. id. de 2.[a] clase de id. id. con distintivo blanco, como comprendido en los artículos 19 y 23 del Reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 24 diciembre 1910.—*D. O.* núm. 285.

C.[e] D. José Ferré Berges, id. id. id. mención honorífica, como comprendido en el art. 16 del id. id.—Id.—Id.

C.[n] D. Mario Pintos Levi, id. id. id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, como comprendido en los artículos 19 y 23 del Reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 24 diciembre 1910.—*D. O.* número 285.
	Destinos.
C.ª	D. Emilio Civeira Ramón, cesa en el cargo de ayudante del General de la 14.ª División D. Francisco San Martín.—R. O. 7 diciembre 1910.—*D. O.* núm. 270.
C.ª	D. César Sanz Muñoz, del 6.º Regimiento Mixto, al Ministerio.—Id.—Id.
C.ª	D. Emilio Civeira Ramón, al Ministerio.—Id.—Id.
C.ª	Sr. D. Atanasio Malo y García, ascendido, se le confirma en el cargo de Ayudante de campo del Excmo. Sr. Capitán General D. Camilo Polavieja.—R. O. 7 diciembre 1910.—*D. O.* núm. 271.
C.ª	Sr. D. Jacobo García Roure, del Museo y Biblioteca del Cuerpo, al Centro Electrotécnico y de Comunicaciones.—R. O. 9 diciembre 1910.—Id.
C.ª	Sr. D. Juan Topete y de Arrieta, de la Comandancia de Barcelona, al Museo y Biblioteca del Cuerpo.—Id.—Id.
C.ª	Sr. D. Félix Casuso y Solano, ascencendido, de la Comandancia de Vigo, á situación de excedente en la octava región.—R. O. 30 diciembre de 1910.—*D. O.* núm. 288.
T. C.	D. Salomón Jiménez y Cadenas, del segundo Regimiento mixto, á la Comandancia general de Ingenieros de la primera Región.—Id.—Id.
T. C.	D. Julio Lita y Aranda, del sexto regimiento mixto, al séptimo.—Id.—Id.
T. C.	D. Mauro García Martín, del séptimo regimiento, al sexto.—Id.—Id.
T. C.	D. José Castañón Valdés, ascendido, del séptimo regimiento mixto, á la Comandancia de Vigo.—Id.—Id.
T. C.	D. Eloy Garnica y Sotés, ascendido, del 5.º Depósito de reserva, á situación de excedente en la 5.ª Región.—R. O. 30 diciembre de 1910.—*D. O.* número 288.
T. C.	D. Eugenio de Carlos y Hierro, ascendido, de situación de excedente, y en comisión en la Inspección general de las Comisiones liquidadoras del Ejército, al 2.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.ª	D. Leonardo Royo y Cid, ascendido, del Ministerio, á situación de excedente en la 1.ª Región.—Id.—Id.
C.ª	D. Florencio Subias y López, ascendido, de la compañía de Zapadores de la Comandancia de Mallorca, á la Comandancia de Mallorca.—Id.—Id.
C.ª	D. Julio Berico y Arroyo, de la Comandancia de Mallorca al 6.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.
C.ª	D. Mariano de la Figuera y Lezcano, del 6.º Regimiento mixto al 5.º Depósito de Reserva.—Id.—Id.
C.ª	D. Augusto Ortega y Romo, de reemplazo por enfermo en la 1.ª Región, al 7.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.ª	D. Bernardino Cervela y Malvar, excedente en la 1.ª Región, al Colegio de Santa Bárbara y San Fernando.—Id.—Id.
C.ª	D. José Blanco y Martínez, id. id.—Id.—Id.
C.ª	D. Alfredo Kindelán y Duany, del 1.er Depósito de reserva, al Parque aerostático, afecto á la Comisión de experiencias.—Id.—Id.
C.ª	D. Ernesto Villar y Peralta, del 3.er Regimiento mixto, al primer Depósito de reserva.—Id.—Id.
C.ª	D. Luis García y Ruiz, de la Comandancia de Menorca, á la compañía de Zapadores de la Comandancia de Mallorca.—Id.—Id.
C.ª	D. Víctor San Martín y Losada, del 6.º Regimiento mixto, á la

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Comandancia de Menorca.—R. O. 30 diciembre de 1910.—*D. O.* núm. 288.
C.n	D. Juan Liaño Trueba, ascendido, del 5.º Regimiento mixto, al 6.º—Id.—Id.
C.n	D. Manuel Cuartero y Martínez, ascendido, de la compañía de Telégrafos de la Comandancia de Gran Canaria, al 3.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Ricardo Maya y Cano-Manuel, ascendido, del 2.º Regimiento mixto, al 3.º—Id.—Id.
C.n	D. Benito Navarro y Ortiz de Zárate, de reemplazo en la 1.a Región al Colegio de Santa Bárbara y San Fernando.—Id.—Id.
C.n	D. Ricardo Arana y Tarancón, del 3.er Regimiento mixto á la Comandancia de Algeciras.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Arturo Laclaustra Valdés, de la compañía de Telégrafos de la Comandancia de Tenerife, al 4.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Fernando Recacho y de Eguía, del 4.º Regimiento mixto, al 2.º—Id.—Id.
1.er T.e	D. Antonio Peñalver y Altimiras, del 4.º Regimiento mixto, á la compañía de Zapadores de la Comandancia de Mallorca.—Id.—Id.
	Comisiones.
T. C.	D. José Portillo y Bruzón, una mixta para estudio del trozo 2.º de la carretera de Ronda á Estepona.
C.n	D. Carmelo Castañón Reguera, otra mixta para obras de demolición para aumentar anchura de la carretera de Madrid á Cadiz, en sus kilómetros 660, 661 y 662.—R. O. 2 diciembre de 1910.
C.n	D. Enrique Rolandi y Pera, otra mixta para estudio de la carretera de Pulpi á Lorca por Pozo de la Higuera.—R. O. 2 diciembre de 1910.
C.e	D. Eustaquio Abaitúa y Zubizarreta, otra mixta para estudio de un camino forestal para la ordenación de los montes de Aragües del Puerto y de Jesa (Huesca).—R. O. 2 diciembre de 1910.
C.e	D. Eustaquio Abaitúa y Zubizarreta, una mixta para estudio de la carretera de Bielsa á la de Ainza á la frontera francesa (Huesca).—R. O. 14 Diciembre de 1910.
T. C.	D. Fernando Plaja y Sala, una mixta para el replanteo del segundo trozo de la carretera de Figueras á Albaña (Gerona).—R. O. 16 diciembre 1910.
C.e	D. Fernando Jiménez y Sáenz, otra mixta para estudio del ferrocarril de Coruña á Corcubión y á Santiago por Carballo.—R. O. 30 diciembre 1910.
	Licencias.
1.er T.e	D. José Durán Salgado, dos meses por enfermo para Coruña.—Orden del Capitán General de Melilla de 3 de diciembre de 1910.
C.e	D. Fernando Jiménez Sáenz, dos meses por enfermo para Alhama de Aragón (Zaragoza), Barcelona y Arechavaleta (Alava).—Orden del Capitán General de la 6.a Región 10 de diciembre de 1910.
1.er T.e	D. Ignacio de la Cuadra y Más, dos meses de prórroga á la que disfruta por enfermo en Madrid, Valencia, Reus y Barcelona.—Orden del Capitán General de Melilla de 26 de diciembre 1910.
	Matrimonios.
1.er T.e	D. Vicente Jiménez de Azcárate y Altimiras, se le concede autorización para contraerlo con D.a Josefa Landa de la Peña.—R. O. 6 diciembre 1910.—*D. O.* núm. 269.
1.er T.e	D. Francisco Buero García, id. id. id. con D.a María del Carmen Cruz Vallejo y Calvo.—R. O. 26 diciembre 1910.—*D. O.* núm. 284.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA DE RESERVA

Cruces.

2.º T.e D. Juan Tormo Cucarella, se le concede permuta de las tres cruces de plata del Mérito Militar con distintivo rojo que posee, por otras de 1.ª clase de igual Orden y distintivo. R. O. 2 diciembre 1910.—*D. O.* núm. 267.

PERSONAL DEL MATERIAL

Ascensos.

A Oficial Celador de 1.ª clase.

O. C. 2.ª D. José Lledó y Moncho.—R. O. 14 diciembre 1910.—*D. O.* núm. 275.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

Destinos.

O. C. 1.ª D. José Lledó Moncho, ascendido, continúa en la Comandancia de Menorca.—R. O. 27 diciembre 1910.—*D. O.* número 286.

M. de O. D. José Bernal y Jiménez, de la Comandancia de Lérida á la de Cartagena. —Id.—Id.

C. del M. D. Rafael Arce y Más, de la Comandancia del Ferrol á la de Barcelona.—Id.—Id.

A. de O. D. Lorenzo Jiménez Dávila, de nuevo ingreso con el sueldo anual de 1.250 pesetas, á la Comandancia de Córdoba.—R. O. 28 diciembre 1910.—*D. O.* núm. 288.

BIBLIOTECA DEL MUSEO DE INGENIEROS

RESULTADO *del Sorteo de Instrumentos, correspondiente al 2.° semestre del año 1910, verificado el día 14 del actual.*

Acciones que han entrado en suerte, 184. No han sorteado las de los números 22, y 166 por hallarse vacantes y las 39 y 109 por no haberse hecho efectivo su importe.

LOTES SORTEADOS Y NOMBRES DE LOS AGRACIADOS.

N.°	NOMBRE DEL LOTE	Valor.	Acción agraciada.	Dependencia ó nombre del socio.
1	Gemelos Busch de 12 aumentos	228,00	117	D. Florencio Achalandabaso.
2	Estuche de precisión	190,00	59	Com.ª Gral. 2.ª Región.
3	Gemelos Busch de 8 aumentos.	175,75	173	D. Narciso Gonzàlez.
4	Id. Société de 8 id.	109,25	147	D. Teodomiro González Antonini.
5	Estuche suizo	95,00	79	D. José Tafur.
6	Barómetro de pared	90,25	10	Depósito de P. é Instrumentos.
7	Barómetro	71,25	118	D. Mariano Ramis.
8	Planímetro Corradi	71,25	18	D. León C. Sanchiz.
9	Brújula de meridiano	52,25	52	D. Angel M. Rosell.
10	Portalámparas	23,75	73	Com.ª Gral. 6.ª Región.
	TOTAL	1106,75		

Madrid 14 de enero de 1911.=El Capitán encargado, LEOPOLDO GIMÉNEZ.= V.° B.°—El Capitan, Director accidental, GIMÉNEZ.

ESTADO *de fondos del Sorteo de Instrumentos, correspondiente al 2.° semestre de 1910.*

	Pesetas.
Sobrante del semestre anterior	11,80
Importe de 184 acciones del semestre, á 6 pesetas una	1.104,00
Suma	1.115,80
Importe de los lotes sorteados en el semestre	1.106,75

RESUMEN

Suma el cargo	1.115,80
Idem la data	1.106,75
Queda disponible para el semestre siguiente	9,05

Madrid 14 de enero de 1911.=El Capitán encargado, LEOPOLDO GIMÉNEZ.= V.° B.°—El Capitán, Director accidental, GIMÉNEZ.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de enero de 1911.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de diciembre.	49.470,55

CARGO

Abonado durante el mes:

Por el 1.er Regimiento mixto..	99,20
Por el 2.º id. id.	100,35
Por el 3.er id. id.	105,80
Por el 4.º id. id.	80,30
Por el 5.º id. id.	»
Por el 6.º id. id.	77,00
Por el 7.º id. id.	»
Por el Regim. de Pontoneros.	81,40
Por el Bon. de Ferrocarriles..	74,80
Por la Brigada Topográfica...	16,45
Por la Academia del Cuerpo..	179,35
En Madrid.....	587,75
Por la Deleg.n de la 2.a Reg.n	156,85
Por la id. de la 3.a id.	221,40
Por la id. de la 4.a id.	»
Por la id. de la 5.a id.	96,80
Por la id. de la 6.a id.	»
Por la id. de la 7.a id.	»
Por la id. de la 8.a id.	58,15
Por la id. de Ceuta.....	28,45
Por la id. de Melilla.....	»
Por la Com.a de Mallorca....	53,85
Por la id. de Menorca....	28,60
Por la id. de Tenerife.....	37,60
Por la id. de Gran Canar.a	»
Suma el cargo.....	51.557,65

DATA

	Pesetas.
Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, Comandante D. Cayetano Fúster y Martí	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.110,00

RESUMEN

Importa el cargo.....	51.557,65
Idem la data.....	3.110,00
Existencia en el día de la fecha	48.447,65

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 (35.000 pesetas nominales) depositados en el Banco de España, por su valor en compra.....	35.577,50
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	12.870,15
Total igual.....	48.447,65

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existían en 31 de diciembre último.....		706
BAJAS		
D. Cayetano Fúster Martí, por fallecimiento.....	1	2
D. José Mompó Costa, á voluntad propia.....	1	
Quedan en el día de la fecha..		704

Madrid 31 de enero de 1911. = El teniente coronel tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS. = V.º B.º = El General presidente, MARVÁ.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de enero de 1911.*

	Pesetas.
Existencia en metálico en 31 de diciembre último.....	13.570,70

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	183,50
Por el 2.º id. id.	200,60
Por el 3.er id. id.	203,80
Por el 4.º id. id.	180,40
Por el 5.º id. id.	»
Por el 6.º id. id.	172,90
Por el 7.º id. id.	»
Por el Regim. de Pontoneros.	161,20
Por el Bon. de Ferrocarriles..	153,10
Por la Brigada Topográfica...	42,10
En Madrid.....	832,05
Por la Comandancia General de la 2.ª Región.....	275,50
Por la id. de la 3.ª id.	432,80
Por la id. de la 4.ª id.	168,40
Por la id. de la 5.ª id.	145,50
Por la id. de la 6.ª id.	»
Por la id. de la 7.ª id.	»
Por la id. de Melilla	»
Por la Comandancia principal de la 8.ª Región.....	143,30
Por la id. de Mallorca....	73,70
Suma y sigue.....	16.939,55

	Pesetas.
Suma anterior.....	16.939,55
Por la Com.ª de Menorca.....	68,40
Por la id. de Tenerife....	84,20
Por la id de Gran Canaria.	»
Por la Comandancia de Ceuta.	60,90
Por la Academia del Cuerpo..	327,20
Suma el cargo.....	17.480,25

DATA

Nómina de gratificaciones del escribiente de la Tesorería y del cobrador.....	67,50
Suma la data.....	67,50

RESUMEN

Importa el cargo.....	17.480,25
Idem la data.....	76,50
Existencia en el Banco de España en cuenta corriente...	17,412,75

Madrid 31 de enero de 1911 = El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El teniente coronel, contador, ANTONIO MAYANDÍA. = V.º B.º El General presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE ENERO DE 1911

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	ESCALA ACTIVA
	Bajas.
C.e	D. Cayetano Fuster Martí, por fallecimiento ocurrido en esta corte el día 17 de Enero.
	Ascensos.
	A Coronel.
T. C.	D. José Medina y Brusa.—R. O. 8 enero 1911.—*D. O.* número 8.
	A Tenientes Coroneles.
C.e	D. Fernando Tuero y de la Puente.—Id.—Id.
C.e	D. Juan Recacho y Arguimbau. Id.—Id.
C.e	D. Sebastián Carsi y Rivera.—Id.—Id.
C.e	D. Vicente García y del Campo. Id.—Id.
	A Comandantes.
C.n	D. Juan Lara y Alhama.—Id.—Id.
C.n	D. Rudesindo Montoto Barral. Id.—Id.
C.n	D. José Alvarez Campana y Castillo.—Id.—Id.
C.n	D. Fernando Martínez Romero. Id.—Id.
C.n	D. Francisco de Castells y Cubells.—Id.—Id.
	A Capitanes.
1.er T.e	D. Luis Piñol é Ibáñez.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Benildo Alberca y Marchante.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Juan Guasch y Muñoz.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Juan Sánchez y León.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Luis Almela y Estrada.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Mendizábal y Brunet.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Luis Valcarcel y López-Espila.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Emilio Alzugaray y Goicoechea.—R. O. 8 enero.—*D. O.* núm. 8.
1.er T.e	D. José Cubillo Fluiters.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Federico Martín de la Escalera.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Crémades y Suñol.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Francisco Rodero Carrasco.—Id.—Id.
1.er Te	D. José de Acosta Tovar.—Id.—Id.
	Recompensas.
C.n	D. Ricardo Maya y Cano-Manuel, se le concede la cruz de 1.a clase del Mérito Militar con distintivo blanco pensionada, como comprendido en el art. 19 del vigente Reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 30 diciembre 1910.—*D. O.* núm. 1 de 1.o enero 1911.
C.n	D. Eusebio Redondo y Ballester, id. id. la id. id., con distintivo rojo, sin pensión, por su distinguido comportamiento y extraordinarios servicios hasta fin de diciembre de 1909 en la pasada campaña de Melilla.—Id.—Id.
C.e	D. Julián Cabrera y López, id. id. la id. de 2.a clase de id. id. por id. id.—Id.—Id.
C.n	D. Rogelio Ruiz Capilla y Rodríguez, id. id. la id. de 1.a clase de id. id. por id. id.—Id.—Id.
C.n	D. Valentín Suárez Navarro, id. id. la id. id. de id. id. por id. id.—Id.—Id.
C.n	D. Francisco Franco Pineda, id, id. la id. id. de id. id. por id. id.—Id.—Id.
C.n	D. José de la Gándara y Cividenes, id. id. la id. id. de id. id. por id. id.—Id.—Id.
C.n	D. Joaquín de la Llave y Sierra, id. id. la id. id. de id. id. por id. id.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
C.n	D. Tomás Fernández Quintana, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco y pasador de «Industria Militar», por haber prestado servicios durante cuatro años en el Centro Electrotécnico y de Comunicaciones.—R. O. 30 diciembre 1910.—*D. O.* núm. 1 de 1.º de enero de 1910.
C.n	D. Eduardo Gallego y Ramos, id. id. la id. id. con distintivo rojo, pensionada, por su distinguido comportamiento y servicios prestados en la operación que dió por resultado la ocupación de Sebt, Eulad-Dand y Atlaten, realizada el 26 de noviembre de 1909.—R. O. 5 enero 1911.—*D. O.* núnúm. 5.
C.n	D. Miguel García de la Herran, id. id. la id. id. con id. id. sin pensión, por id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Domingo Moriones Lárraga, id. id. la id. id. de id. id. por id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Luis Martínez Pedrosa, id. id. la id. id. de id. id. por id. id. Id.—Id.
1.er T.e	D. José Rodero Carrasco, id. id. la id. id. de id. id. por id. id. —Id.—Id.
C.l	Sr. D. Rafael Aguilar y Castañeda, id. id. la id. id. de 3.ª clase de id. id., pensionada, por su distinguido comportamiento y méritos contraídos en los reconocimientos efectuados formando parte de la Junta de defensa de la plaza de Melilla.—Id.—Id.
C.l	Sr. D. Eduardo Cañizares y Moyano, id. id. la id. id. de id id. sin pensión, por id. id.—Id.—Id.
C.n	D. Pedro Rodríguez Perlado, id. id. la id. de 1.ª clase de id. id. con distintivo blanco, pensionada, como comprendido en el art. 19 del vigente reglamento de recompensas en tiempos de paz.—Id.—Id.
C.n	D. Ramón Valcárcel y López Espila, id. id. la id. id. con distintivo blanco, pensionada, como comprendido en el artículo 19 del vigente Reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 30 enero 1911.—*D. O.* núm. 25.

Sueldos, haberes y gratificaciones.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
C.n	D. Alfredo Kindelán y Duany, se le concede la gratificación anual de 1.500 pesetas.—R. O. 19 enero 1911.—*D. O.* número 17.
C.l	Sr. D. Jacobo García Roure, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas.—R. O. 27 enero de 1911.—*D. O.* número 23.
1.er T.e	D. José Ortíz Echagüe, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas.—Real 31 enero.—*D. O.* núm. 25.

Destinos.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
C.l	Sr. D. Guillermo de Aubarede y Kierulf, ascendido, de la Comandancia General de la 1.ª Región al 3.er Regimiento Mixto.—R. O. 31 octubre 1910.—*D. O.* núm. 1 de 1.º enero 1911.
C.n	D. Ricardo Seco y de la Garza, de la Compañía de Telégrafos del 2.º Regimionto Mixto, al mismo.—R. O. 4 enero 1911.—*D. O.* núm. 4.
C.n	D. Gerardo Lassalle y Boluda, del 2.º Regimiento Mixto á la Compañía de Telégrafos del mismo.—Id.—Id.
T. C.	D. Jorge Soriano y Escudero, de excedente en la 1.ª Región, y Profesor de la Escuela Superior de Guerra, á la misma de plantilla.—R. O. 9 enero 1911. *D. O.* núm. 9.
C.n	D. Roger Espín y Alfonso, del 7.º Depósito de Reserva á Ayudante de Campo del General de Brigada D. Vicente Cebollino y Revest.—R. O. 10 enero 1911.—*D. O.* núm. 10.
C.n	D. Ricardo Seco de la Garza, del 2.º Regimiento Mixto, á Ayudante de Campo del General de División D. Francisco San Martín y Patiño.-Id.-Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
T. C.	D. José Maestre y Conca, de excedente y Jefe del Detall de la Academia en comisión, á la misma, de plantilla.—R. O. 10 enero 1911.—*D. O.* núm. 10.
C.ⁿ	D. Enrique Milián y Martínez, cesa en el cargo de Ayudante de Campo del General de Brigada D. José Marvá y Mayer, Jefe de Sección del Ministerio.—R. O. 28 enero 1911.—*D. O.* núm. 23.
C.ⁱ	Sr. D. José Medina y Brusa, ascendido, en situación de reemplazo en la 1.ª región, á la Comandancia de Barcelona. — R. O. 28 enero 1911.—*D. O.* núm. 23.
T. C.	D. Fernando Tuero y de la Puente, ascendido, en situación de reemplazo en la 5.ª región, continúa en igual situación. —Id.—Id.
T. C.	D. Juan Recacho y Arguimbau, ascendido, de la Comandancia de Segovia, á la de Ferrol.—Id.—Id.
T. C.	D. Sebastián Carsi y Rivera, ascendido, de la Comandancia de Burgos, á situación de excedente en la 6.ª región.—Id. —Id.
T. C.	D. Vicente García y del Campo, ascendido, de las tropas afectas al servicio de aerostación y alumbrado en campaña, á las mismas tropas, en plaza de categoría inferior.—Id.—Id.
T. C.	D. Rafael Melendreras y Lorente, de la Comandancia de Barcelona, á situación de excedente en la 1.ª región.—Id.—Id.
T. C.	D. Antonio Catalá y Abad, de la Comandancia del Ferrol, á la de Barcelona.—Id.—Id.
C.ᵉ	D. Fernando Jiménez y Sáenz, de la Comandancia de La Coruña, á la de Burgos.—Id.—Id.
C.ᵉ	D. Juan Lara y Alhama, ascendido, de reemplazo en la 2.ª región, á la Comandancia de La Coruña.—Id.—Id.
C.ᵉ	D. Rudensindo Montoto Barral, ascendido, del Laboratorio del Material, al mismo.—Id.—Id.
C.ᵉ	D. José Alvarez Campana y Castillo, ascendido, de la Academia del cuerpo, á las tropas afectas al servicio de aerostación y alumbrado en campaña.—O. O. 28 enero.—*D. O.* núm. 23.
C.ᵉ	D. Fernando Martínez Romero, ascendido, supernumerario en la 2.ª región, continúa en igual situación.—Id.—Id.
C.ᵉ	D. Francisco de Castells y Cubells, ascendido, de la Comandancia de Valencia, al octavo Depósito de reserva. — Id.—Id.
C.ⁿ	D. Juan Aguirre y Sánchez, de la Comandancia de Mallorca, á situación de excedente en la 6.ª región.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. Joaquín Coll y Fúster, del octavo Depósito de reserva, á la Comandancia de Mallorca. —Id.—Id.
C.ⁿ	D. Andrés Fernández Osinaga, del 1.ᵉʳ regimiento mixto, á la Comandancia de Ceuta.—Id. —Id.
C.ⁿ	D. Joaquín Salinas Romero, del regimiento de Pontoneros, al 1.ᵉʳ regimiento mixto.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. Mariano Lasala Llanas, de la Comandancia de Jaca, al regimiento de Pontoneros.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. Federico Torrente Villacampa, de la Comandancia de Lérida, á la de Jaca.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. Luis Sanz y Tena, de la compañía de Telégrafos del 5.º regimiento mixto, á la Comandancia de Lérida.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. Enrique Milián Martínez, de excedente en la primera región por cese de ayudante de campo, al Laboratorio del Material.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. Luis Piñol Ibáñez, ascendido, del 7.º regimiento mixto, al 8.º Depósito de reserva.—Id. —Id.
C.ⁿ	D. Benildo Alberca Marchante, ascendido, del 2.º regimiento mixto, al 6.º.—Id.—Id.
C.ⁿ	Juan Guasch Muñoz, ascendido, de la compañía de Telégrafos del 5.º regimiento mix-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	to, al 7.° Depósito de reserva. —R. O. 28 enero.—*D. O.* número 23.
C.n	D. Juan Sánchez y León, ascendido, de la compañía de Zapadores de la Comandancia de Gran Canaria, al 6.° regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Luis Almela Estrada, ascendido, del 7.° regimiento mixto, al 4.°—Id.—Id.
C.n	D. José Mendizábal Brunet, ascendido, del regimiento de Pontoneros, á situación de excedente en la 5.ª región.—Id. —Id.
C.n	D. Luis Valcárcel y López Espila, ascendido, de la compañía de obreros, á la misma compañía en plaza de categoría inferior, prestando servicio en los talleres del material y Comandancia de Guadalajara.—Id.—Id.
C.n	D. Emilio Alzugaray y Goicoechea, ascendido, de la compañía de Zapadores de la Comandancia de Melilla, á la misma compañía.—Id.—Id.
C.n	D. José Cubillo Fluiters, ascendido, supernumerario en el Instituto Geográfico, continúa en igual situación.—Id.—Id.
C.n	D. Federico Martín de la Escalera, ascendido, supernumerario en el Instituto Geográfico, continúa en igual situación.—Id.—Id.
C.n	D. José Crémades Suñol, ascendido, del regimiento de Pontoneros, á situación de excedente en la 5.ª región.—Id.—Id.
C.n	D. Francisco Rodero Carrasco, ascendido, del 1.er regimiento mixto, al batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
C.n	D. José de Acosta y Tovar, ascendido, del 3.er regimiento mixto, al mismo regimiento, continuando encargado de la estación radiotelegráfica de Almería.—Id.—Id.
C.n	D. Salvador Navarro de la Cruz, del 4.° regimiento mixto, á la Comandancia de Valencia.—Id.—Id.
C.n	D. Enrique Santos Guillén, de la compañía de Zapadores de la Comandancia de Melilla, al 3.er regimiento mixto.—R. O. 28 enero.—*D. O.* núm. 23.
C.n	Miguel Calvo Roselló, del 6.° regimiento mixto, á la compañía de Telégrafos del 5.° regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. José Castilla, del batallón de Ferrocarriles, al Laboratorio del material.—Id.—Id.
C.n	D. Ricardo Maya y Cano-Manuel, del 3.er regimiento mixto, al 2.°—Id.—Id.
1.er T.e	D. Pío Fernández Mulero, del 7.° regimiento mixto, á la compañía de Telégrafos del mismo regimiento.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Antonio Navarro Serrano, del 4.° regimiento mixto, á la compañía de obreros.—Id.—Id.
	Supernumerarios.
C.n	D. Francisco del Río y Joan, pasa á esta situación, con residencia en la 1.ª Región, por haber sido nombrado Ingeniero Jefe de 4.ª clase de la Sección de Colonias del Ministerio de Estado.—R. O. 28 enero 1911.—*D. O.* núm. 23.
	Reemplazo.
C.n	D. Droctoveo Castañón y Reguera, pasa á esta situación, con residencia en Melilla.—R. O. 16 enero 1911.—*D. O.* número 13.
1.er T.e	D. Ernesto Prada Sánchez, pasa á esta situación, con residencia en Puente Domingo Flores (León), desde la revista de febrero.—Orden del Capitán General de la 7.ª Región de 25 enero 1911.
	Comisiones.
C.n	D. Enrique Sáiz y López, se dispone forme parte de la Comisión militar de estudio de vías férreas de la 2.ª Región, en sustitución del de igual empleo D. Enrique Santos Guillén.—R. O. 16 enero 1911.—*D. O.* núm. 13.
C.n	D. Florencio de Achalandabaso Barrera, una mixta para estu-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	dio del ferrocarril de Coruña á Corcubión y Coruña á Santiago por Carballo.—R. O. 21 enero 1911.
	Licencias.
1.er T.e	D. Inocente Sicilia Ruiz, dos meses, por asuntos propios, para Logroño y Granada.—Orden del Capitán General de la 1.ª Región de 25 enero 1911.
C.e	D. Jesús Pineda y del Castillo, una de dos meses por enfermo para Santander y Madrid.—Orden del Capitán General de la 1.ª Región de 31 enero 1911.
	ESCALA DE RESERVA
	Cruces.
2.º T.e	D. José Mateo Aguilez, se le concede permuta de la Cruz de plata del Mérito Militar, con distintivo blanco, que posee, por otra de 1.ª clase de igual orden y distintivo.—R. O. 5 enero 1911.—*D. O.* número 6.
2.e T.e	D. Emilio Guellar Lara, íd. íd. de dos Cruces de plata del íd. íd. con íd. íd., por otras de 1.ª clase, de igual orden y distintivo.—R. O. 25 enero 1911. *D. O.* núm. 21.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Retiros.
O. C. F.	D. Manuel García Pérez, pasa á esta situación, con residencia en esta Corte.—R. O. 21 enero 1911.—*D. O.* núm. 18.
M. de O.	D. José García Gálvez, pasa á esta situación con residencia en Murcia.—R. O. 30 enero 1911.—*D. O.* núm. 24.
	Cruces.
C. del M.	D. Pedro Arau González, se le concede permuta de dos cruces de plata del Mérito Militar, con distintivo blanco, que posee, por otras de 1.ª clase, de igual orden y distintivo.—R. O. 5 enero 1911.—*D. O.* número 6.
	Recompensas.
O. C. 2.ª	D. Gregorio Pérez Peinado, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo rojo, por su distinguido comportamiento y extraordinarios servicios hasta fin de diciembre de 1909 en la pasada campaña de Melilla.—R. O. 30 diciembre 1910.—*D. O.* núm. 1 de 1.º enero 1911.
O. C. 2.ª	D. Eduardo Pérez Puertas ídem íd. la íd. íd. de íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.
C. del M.	D. Teodoro Monge Nieto, íd. íd. la íd. íd. de íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.
C. del M.	D. Baldomero Tabares Acuña, íd. íd. la íd. íd. de íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.
M. de O.	D. Antonio Soto de la Blanca, íd. íd. la íd. íd. de íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.
M. de O.	D. Julio Pieri Morales, íd. íd. la íd. íd. de íd. íd., por íd íd. Id.—Id.
A.	D. Francisco García Romagnoti, íd. íd. la íd. íd. de íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.
A.	D. Manuel Amaya Ramírez, íd. íd. la íd. íd. de íd. íd., por íd. —íd.—Id.—Id.
A.	D. José Artells Martínez, íd. íd. la íd. íd. de íd. íd., por íd. íd. Id.—Id.
A.	D. Fernando Villena Chozas, íd. íd. la íd. íd. de íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C. del M.	D. Pedro Pájaro Quintá, se le concede el sueldo anual de 3.500 pesetas, á partir de 1.º de febrero, por cumplir el día 19 del corriente veinte años de servicios como oficial celador de fortificación de 3.ª clase.—R. O. 21 enero 1911.—*D. O.* núm. 19.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
A. de O.	D. Manuel González Vilches, se le concede el sueldo anual de 2.150 pesetas á partir del 1.° febrero.—R. O. 31 enero.—*D. O.* núm. 26.
	Destinos.
C. del M.	D. Juan Toribio Miranda, de nuevo ingreso, con el sueldo anual de 2.000 pesetas, á la Comandancia del Ferrol.—R. O. 30 diciembre 1910.—*D. O.* núm. 1 de 1.° enero 1911.
	Reemplazo.
C. del M.	D. Lorenzo Alcázar Alcalde, pasa á esta situación, por enfermo, con residencia en Badajoz.—R. O. 12 enero 1911.—*D. O.* núm. 12.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de febrero de 1911.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de enero.....	48.447,65
CARGO	
Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	97,05
Por el 2.º id. id.	91,80
Por el 3.er id. id.	101,50
Por el 4.º id. id.	77,80
Por el 5.º id. id.	195,60
Por el 6.º id. id.	151,75
Por el 7.º id. id.	185,80
Por el Regim. de Pontoneros.	67,70
Por el Bon. de Ferrocarriles...	74,80
Por la Brigada Topográfica...	16,45
Por la Academia del Cuerpo..	180,95
En Madrid.....	881,85
Por la Deleg.n de la 2.a Reg.n	151,20
Por la id. de la 3.a id.	114,80
Por la id. de la 4.a id.	107,55
Por la id. de la 5.a id.	99,85
Por la id. de la 6.a id.	77,00
Por la id. de la 7.a id.	70,85
Por la id. de la 8.a id.	55,90
Por la id. de Ceuta.....	31,60
Por la id. de Melilla.....	58,40
Por la Com.a de Mallorca....	56,90
Por la id. de Menorca....	28,60
Por la id. de Tenerife.....	36,20
Por la id. de Gran Canar.a	52,15
Intereses de las 35.000 pesetas nominales que, en títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 posee la Asociación (cupón vencido en 15 del actual).....	350,00
Suma el cargo.....	51.861,70
DATA	
Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, Comandante D. Emilio Ochoa y Arrabal.....	3.000,00
Suma y sigue.....	3.000,00

	Pesetas.
Suma anterior....	3.000,00
Pagado por la cuota funeraria del Coronel retirado D. Ramón Montagut Martínez....	3.000,00
Idem al Banco de España por derechos de custodia, durante el año 1910, de los títulos de la Deuda depositados en dicho establecimiento.....	4,55
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	6.114,55
RESUMEN	
Importa el cargo.....	51.861,70
Idem la data.....	6.114,55
Existencia en el día de la fecha	45.747,15
DETALLE DE LA EXISTENCIA	
En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 (35.000 pesetas nominales) depositados en el Banco de España, por su valor en compra.....	35.577,50
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	10.169,65
Total igual.....	45.747,15
MOVIMIENTO DE SOCIOS	
Existían en 31 de enero último.....	704
BAJAS	
D. Emilio Ochoa y Arrabal, por fallecimiento..... 1	2
D. Ramón Montagut Martínez por íd..... 1	
Quedan en el día de la fecha..	702

Madrid 28 de febrero de 1911.=El teniente coronel tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS. = V.º B.º = El General presidente, MARVÁ.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de febrero de 1911.*

	Pesetas.
Existencia en metálico en 31 de enero último	17.412,75

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto	232,50
Por el 2.º id. id.	199,00
Por el 3.er id. id.	209,80
Por el 4.º id. id.	178,20
Por el 5.º id. id.	358,10
Por el 6.º id. id.	164,50
Por el 7.º id. id.	380,30
Por el Regim. de Pontoneros	155,10
Por el Bon. de Ferrocarriles	156,60
Por la Brigada Topográfica	43,60
Por la Academia del Cuerpo	338,80
En Madrid	1.519,15
Por la Comandancia General de la 2.ª Región	280,50
Por la id. de la 3.ª id.	188,20
Por la id. de la 4.ª id.	155,60
Por la id. de la 5.ª id.	249,10
Por la id. de la 6.ª id.	153,80
Por la id. de la 7.ª id.	105,60
Por la id. de Melilla	223,00
Por la Comandancia principal de la 8.ª Región	147,10
Por la id. de Mallorca	101,50
Suma y sigue	22.952,80

	Pesetas.
Suma anterior	22.952,80
Por la Com.ª de Menorca	70,70
Por la id. de Tenerife	79,90
Por la id de Gran Canaria	118,30
Por la Comandancia de Ceuta	69,50
Suma el cargo	23.291,20

DATA

Por trabajos de copia realizados en Secretaría	35,50
Nómina de gratificaciones del escribiente de la Tesorería y del cobrador	67,50
Suma la data	103,00

RESUMEN

Importa el cargo	23.291,20
Idem la data	103,00
Existencia en el Banco de España en cuenta corriente	23,188,20

Madrid 28 de febrero de 1911=El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El teniente coronel, contador, ANTONIO MAYANDÍA.=V.º B.º El General presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE FEBRERO DE 1911

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA ACTIVA

Bajas.

C.e D. Emilio Ochoa y Arrabal, por fallecimiento ocurrido en Ciudad Rodrigo el 8 de febrero de 1911. — Orden del Capitán General de la 7.a Región, de 11 febrero de 1911.

Ascensos.

A Comandante.

C.n D. Cesáreo Tiestos y Clemente. —R. O. 3 febrero de 1911.— *D. O.* núm. 27.

A Capitanes.

1.er T.e D. Jesús Romero Molezún.—Id. —Id.

1.er T.e D. Ramón Gautier y Atienza.— Id.—Id.

1.er T.e D. Enrique Arrillaga y López. —Id.—Id.

Cruces.

C.e D. José Castañón y Valdés, se le concede la placa de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad del 5 de marzo de 1910.—R. O. 9 febrero de 1911.—*D. O.* número 33.

Recompensas.

C.e D. Juan Vilarrasa y Fournier, se le concede la cruz de 1.a clase del Mérito Militar con distintivo blanco, por haber desempeñado durante cuatro años el cargo de profesor en las escuelas regimentales del 4.o Regimiento mixto.—R. O. 15 febrero de 1911.—*D. O.* número 38.

C.n D. Leopoldo Jiménez García, se le concede la id. id. con id. id., pensionada, como comprendido en los artículos 19, 22 y 23 del vigente reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 17 febrero de 1911. —*D. O.* núm. 40.

C.1 Sr. D. Manuel de las Rivas López, se le concede la cruz de 3.a clase con distintivo blanco, pensionada, como comprendido en los artículos 12, 18 y 19 del id. id.—R. O 25 febrero de 1911.—*D. O.* número 48.

Sueldos, haberes y gratificaciones.

C.e D. Rudesindo Montoto y Barral, se le concede la gratificación anual de 1500 pesetas.—R. O. 15 febrero de 1911. *D. O.* núm. 37.

C.n D. José Castilla, id. id.— Id. — Id.

Destinos.

C.n D. José Cremades Suñol, de excedente en la 5.a Región, al Regimiento de Pontoneros.— R. O. 16 febrero de 1911.— *D. O.* núm. 38.

C.e D. Cesáreo Tiestos y Clemente, ascendido, del Regimiento de Pontoneros á la Comandancia de Segovia.—R. O. 25 febrero de 1911.—*D. O.* número 46.

C.e D. José Madrid y Blanco, de la Comandancia principal de la 8.a Región, á la Comandancia de la Coruña.—Id.—Id.

C.e D. Juan Lara y Alhama, de la Comandancia de la Coruña, á la Comandancia principal de la 8.a Región.—Id.—Id.

C.e D. Francisco Castells y Cubells, del 8.o Depósito de reserva, á la Comandancia de Valencia. —Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
C.e	D. Vicente Martí y Guberna, de la Comandancia de Valencia, al 8.º Depósito de reserva.—R. O. 25 febrero de 1911.—*D. O.* núm. 46.
C.n	D. Jesús Romero Molezún, ascendido, de la Brigada Topográfica. á la Comandancia de la Coruña, continuando en comisión en Melilla hasta la terminación de los trabajos de que está encargado.—Id.—Id.
C.n	D. Román Gautier y Atienza, ascendido, supernumerario en el Instituto Geográfico y Estadístico, continúa en igual situación.—Id.—Id.
C.n	D. Enrique Arrillaga López, ascendido, del batallón de Ferrocarriles, al 2.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Alfonso Martínez Rizo, del 2.º Regimiento mixto, al 3.º—Id.—Id.
C.n	D. Florencio Achalandabaso Barrera, de la Comandancia de la Coruña, á situación de excedente en la 6.ª Región.—Id.—Id.
	Reemplazo.
C.n	D. Manuel Cuartero y Martínez, pasa á esta situación con residencia en Canarias.—R. O. 21 febrero de 1911.—*D. O.* número 42.
C.e	D. Julio Berico y Arroyo, id. id. con id. en la 1.ª Región.—R. O. 21 febrero.—*D. O.* número 43.
C.l	Sr. D. José Medina y Brusa, id. id.—Id.—Id.
	Comisiones.
C.n	D. Félix López Pérez, se dispone forme parte de la comisión militar de estudio de vías férreas de la 7.ª Región, en sustitución del de igual empleo D. Víctor San Martín Losada.—R. O. 20 febrero de 1911.—*D. O.* núm. 42.
C.l	Sr. D. Fernando Carreras é Irragorri, una mixta para estudio de ampliación del Puerto de La Luz (Gran Canaria).—R. O. 20 febrero de 1911.
T. C.	D. Fernando Plaja y Sala, se dispone forme parte de la mixta para estudio de la carretera de Gerona á Palamós á la playa de Pals.—R. O. 4 febrero de 1911.
C.e	D. Juan Vilarrasa y Fournier, otra mixta para estudio de la sección de Sentesada á Pobla de Segur, en la carretera de Lérida á Pont de Suert y Pobla de Segur.—R. O. 4 febrero de 1911.
T. C.	D. Baltasar Montaner y Bennazar, una mixta para estudio de los trozos 4.º y 5.º de la carretera de Lérida á Puigcerdá.—R. O. 4 febrero de 1911.
C.n	D. Cárlos Requena y Martínez, se le concede una comisión del servicio por seis meses para San Petersburgo y diversos puntos del Imperio Ruso, con objeto de estudiar la gimnasia de aquel ejército y perfeccionarse en el idioma ruso.—R. O. 1.º febrero de 1911.
	Residencia.
C.e	D. José Briz y López, se le concede traslado para Madrid en la misma situación de reemplazo en que se halla.—Orden del Capitán General 3.ª Región, de 10 febrero de 1911.
	Matrimonios.
C.n	D. José Galván Balaguer, se le concede autorización para contraerlo con D.ª Julia Bello Rodríguez.—R. O. 3 febrero de 1911.—*D. O.* núm. 28.
C.n	D. Juan Guasch y Muñoz, id. id. con D.ª Teresa Egoscozábal y Brunet.—R. O. 21 febrero de 1911.—*D. O.* núm. 42.
	ESCALA DE RESERVA
	Cruces.
2.º T.e	D. Juan Montojo Kuight, se le concede la permuta de tres

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	cruces de plata del Mérito Militar con distintivo rojo, que posee, por otras de 1.ª clase de igual orden y distintivo.—R. O. 9 febrero de 1911.—*D. O.* núm 33.
2.º T.e	D. Pedro Mach Casas, id id. con id. id. con id. id.—R. O. 25 febrero de 1911.—*D. O.* núm. 47.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
1.er T.e	D. Antonio Porro González, se le concede la gratificación anual de 480 pesetas correspondiente á los doce años de efectividad en su empleo.—R. O. 10 de febrero.—*D. O.* núm. 34.
1.er T.e	D. Manuel Pérez Carbonell, id. id., id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Isidoro Jiménez Sánchez, id. id., id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Enrique Antón Mariño, id. id., id.—Id.—Id.
1.er Te	D. Tomás López Casanova, id. id., id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Francisco Santana Frías, id. id., id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Francisco Sánchez Méndez, id. id.. id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Julián Hidalgo Izquierdo, id. id., id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Matías Pérez Pérez, id. id., id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Agapito Rodríguez Fernández, id. id., id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Mariano Martínez Molera, id. id., id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José de la Rosa Rodríguez. id. id., id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Esteban Molino Toribio, id. id. id., id id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Laureano García Prieto, id. id., id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Juan Gómez Alvarez, id. id., id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Andrés Castelló Jardín, id. id,, id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Francisco Carrión Ortiz, id. id., id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Manuel Barraquero Rojas, id. id., id. id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Gabriel Cañamares Varaona, id. id., id. id.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
1.er T.e	D. Daniel Pérez García, se le concede la gratificación anual de 480 pesetas correspondiente á los doce años de efectividad en su empleo.—R. O. 10 de febrero.—*D. O.* núm. 34.
1.er T.e	D. Antonio Sanmamed Bernáldez, id. id., id. id.—Id.—Id.
	Destinos.
2.e T.e	D. Angel Berrocal López, del 3.er Regimiento á situación de reserva afecto al 2.º Depósito.—R. O 25 febrero de 1911.—*D. O.* núm. 46.
2.º T.e	D. Francisco Almerón Ojalvo, del 4.º Regimiento mixto al Servicio Aerostático, en comisión.—Id.—Id.
	PERSONAL DEL MATERIAL.
	Ascensos.
	A Oficial Celador de 1.ª clase.
	con 3.900 pesetas.
O. C. 1.ª	D. Tomás Flores Flores.—R. O. 20 febrero 1911.—*D. O.* número 41.
	A Oficial Celador de 1.ª clase.
O. C. 2.ª	D. Francisco Utrilla Egea.—Id.—Id.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C. del M.	D. Teodoro Monge Nieto, se le concede el sueldo anual de 3.500 pesetas, á partir de 1.º de febrero por haber cumplido el 17 de enero próximo pasado veinte años de servicios desde que ascendió á oficial Celador de 3.ª clase.—R. O. 4 febrero de 1911.—*D. O.* número 29.
C. de F.	D. Francisco Utrilla Egea, se le concede la gratificación anual de 480 pesetas, correspondiente á los doce años de efectividad en su empleo.—R. O. 16 febrero de 1911.—*D. O.* núm. 40.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
C. de F.	D. Emilio Gutiérrez Mediano, se le concede la gratificación anual de 480 pesetas, correspondiente á los doce años de efectividad en su empleo.—R. O. 16 febrero de 1911.—*D. O.* núm. 40.
C. de F.	D. Joaquín Castellón Sopena, id id.—Id.—Id,
C. de F.	D. José Saltó Casanovas, id, id. —Id.—Id.
C. de F.	D. Dámaso Ibáñez Alonso, id. id..—Id.—Id.
C. de F.	D. Bernardo Sanz Azara, id. id. —Id.—Id.
C. de F.	D. Valentín Negrete Encabo, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Francisco Orduña Burgos, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Ventura Chillón Díaz, id. id.—Id.—Id.
C de F.	D. Juan Burgaz Díez, id. id.— —Id.—Id.
C. de F.	D. Gregorio Pérez Peinado, id. id.—Id.—Id-
C. de F.	D. Basilio Burgaz Díez, id. id. —Id.—Id.
C. de F.	D. Francisco Médico Morera, id. id·—Id.—Id.
C. de F.	D. Joaquín Ruiz Viar, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	Juan Tortellá Janer, id. id.—Id.—Id.
C de F.	D. Francisco Montes González, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Manuel Becerril Díez, id. id. —Id.—Id.
C. de E.	D. Isidro Cardellá Andreu, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Manuel Sena Anguita, id. id. —Id.—Id.
C. de F.	D, Francisco Rodríguez Gómez, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	Julián Portell Tosquellas, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Salvader Crespo García, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Jenaro Martínez Risueño, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. José Antequera González, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Bernardo Leiva Ramírez, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Eduardo Pérez Puertas, se le concede la gratificación anual de 480 pesetas, corrospondiente á los doce años de efectividad en su empleo.—R. O. 16 febrero de 1911.—*D. O.* número 40.
C. de F.	César Varela Gómez, id. id.— —Id.—Id.
C. de F.	Miguel García Domínguez, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Miguel Mateo Herrero, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Diego Alcalde Castañeda, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Angel Dávila Motiño, id. id. —Id.—Id.
C. de F.	D. Emeterio Alonso Valcárcel, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Constantino García Pérez, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Emilio Saavedra Rojo, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Gaspar Muñoz Cuenca, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Juan Torrejón García, id. id. —Id.—Id.
C. de F.	D. Francisco Solsona Pompido, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Antonio Alventosa Cartagena, id. id.—Id.—Id.
C. de F.	D. Jacinto Rosanes Mirós, id, id.—Id.—Id.
C. de F.	D. José Gorroño Acha, id. id. —Id.—Id.
C. de F.	D. Fernando Valiente Córcoles, id. id.—Id.—Id,
C. de F.	D. Cándido Pérez Barcia, id. id.—Id.—Id.

Destinos.

C. F. 1.ª D. Tomás Flores Flores, ascendido, de la Comandancia de Logroño á excedente en la 7.ª Región con residencia en Valladolid.—R. O. 25 febrero de 1911,—*D. O.* núm. 48.

C. F. 1.ª D. Francisco Utrilla Egea, ascendido, del Museo y Biblioteca del Cuerpo, al mismo.—Id.—Id.

Sociedad Benéfica de Empleados Subalternos de Ingenieros.

Año 1910.

Cuenta que rinde el Tesorero que suscribe, del movimiento de fondos y socios, habidos durante el tiempo expresado (Art. 14 del Reglamento).

Cargo.	Pesetas.	Cts.
Existencia de fondos en Caja en fin de diciembre de 1909	10.690	25
Recaudado durante el año por cuotas corrientes	6.888	00
Interès del capital de julio á diciembre de 1909	21	30
Idem del id. en el año 1910	54	50
Suma el cargo	17.654	05

Data.		
Abonado por cuota funeraria de D. Manuel Priego	1.000	00
Idem de D. Gabriel Aragonés	1.000	00
Idem de D. Ezequiel Sánchez	1.000	00
Idem de D. Francisco Camino	1.000	00
Idem de D. Miguel Martínez Sánchez	1.000	00
Idem de D. José Fontenla	1.000	00
Gastos de Tesorería	100	00
175 ejemplares de la cuenta anual de 1909	6	00
Por varias circulares para la Sociedad	20	00
Suma la data	6.126	00

RESUMEN		
Importa el cargo	17.654	05
Idem la data	6.126	00
EXISTENCIA EN CAJA	11.528	05

MOVIMIENTO DE SOCIOS

ALTAS	BAJAS	Fallecidos.
D. Francisco Fernández.	A petición propia.	D. Manuel Priego.
	D. Fernando Cano.	D. Gabriel Aragonés.
	D. Agapito Rodríguez.	D. Ezequiel Sánchez.
	D. Faustino Conde.	D. Francisco Camino.
	Por falta de pago.	D. Miguel Martínez Sánchez.
	D. Manuel Salinas.	D. José Fontenla.
	D. José Bernal.	

Número de socios en 31 de diciembre de 1909	168
Altas	1
Suma	169
Bajas	11
EXISTENCIA EN 31 DE DICIEMBRE DE 1910	158

Junta Directiva de la Sociedad para el año 1911.

Presidente..... D. Pascual Fernández Aceytuno, Teniente Coronel.

Vocales..... D. Emilio Cuenca, Maestro de Taller.
D. Antonio García Rufino, Celador del Material.

Tesorero..... D. Francisco Utrilla y Egea, Oficial Celador de Fortificación de 2.ª

Suplente..... D. Gaspar Muñoz Cuenca, id. id. id.

Madrid 22 de febrero de 1911.—El Tesorero, FRANCISCO UTRILLA.—V.º B.º—El Presidente, FERNÁNDEZ ACEYTUNO.

NOTA. El Secretario-Tesorero, á quien deben remitirse las cuotas, presta sus servicios en el Museo de Ingenieros.

Asociación del Colegio de Santa Bárbara y San Fernando.

Tesorería del Consejo de Administración.

BALANCE de caja correspondiente al mes de la fecha.

DEBE

	Pesetas.
Existencia anterior	82.915;81
Cuotas de Cuerpos y Socios del mes de Enero	8.697,45
Recibido por el Colegio de la Administración militar (consignación de Enero)	3.207,22
Idem íd. íd. (atrasos de Diciembre)	2.000,00
Recibido por el Colegio de la Caja de la Asociación	2.000,00
Idem por honorarios de alumnos internos y externos	1.064,45
Idem por venta de leña de la finca de Carabanchel	2,00
Donativo del Centro del Ejército y Armada	300,00
Por la venta de 75 ejemplares de la *Crónica Artillera del Riff*	1.875,00
Donativo de los alumnos de la Academia de Artillería	84,10
Pensiones de dote acreditadas en Enero	1.333,00
Queda en depósito lo abonado de más por la 8.ª Región. —Ingenieros.— Noviembre	0,50
Suma,	103,479,53

HABER

Socios bajas	5,50
Gastos de Secretaría	268,50
Pensiones satisfechas á huérfanos	2.896,50
Idem pagadas por el Colegio	797,00
Pensiones de dote acreditadas en Enero	1.333,00
Entregado á la huérfana D.ª María Pirla en cartilla de la Caja de Ahorros por haber llegado á la mayor edad	2.024,75
Gastado por el Colegio en el mes de Enero	5.516,30
Rectificación de cuotas	1,00
Sale el importe de las obras ejecutadas en Carabanchel y materiales para la misma en el mes de Enero	2.747,39
Sale de Caja lo entregado al Cajero del Colegio, por haberse hecho cargo en las cuentas del mes de Enero	2.000,00
Sale de Caja por gastos especiales (General Daltón y Notario Vitoria).	356,60
Existencia en Caja, según arqueo	85.532,99
Total	103.479,53

DETALLE DE LA EXISTENCIA EN CAJA

En recibo pendiente de una huérfana	500,00
En metálico en Caja	1.479,69
En ídem en la Caja del Colegio	5.026,90
En c/c en el Banco de España	4.475,00
En carpeta de cargos pendientes	3.830,15
En papel del Estado, depositado en el Banco de España (37.500 pesetas nominales en títulos del 4 por 100 interior)	31.012,25
En la Caja de Ahorros	39.209,00
Suma	85.532,99

NÚMERO DE SOCIOS EXISTENTES EN EL DIA DE LA FECHA

	Capitanes Generales	Generales División.	Generales Brigada..	Coroneles..	Tenientes Coroneles	Comandantes.....	Capitanes..	Tenientes..	TOTAL....
Existencia en 15 Enero 1911.....	1	6	28	120	196	304	713	487	1.855
Altas.....	»	»	»	1	»	3	5	»	9
Suma.....	1	6	28	121	196	307	718	487	1.864
Bajas.....	»	»	»	2	1	4	3	1	11
Quedan.....	1	6	28	119	195	303	715	486	1.853

NÚMERO DE HUÉRFANOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA Y SU CLASIFICACIÓN

	En el Colegio.....	Por incorporar....	En Academias militares...	En carreras civiles...	Con pensión.....	Pensión de dote.....	Aspirantes.	TOTALES.
Varones.....	49	2	19	4	23	»	5	102
Hembras.....	24	1	»	»	31	30	10	96
TOTALES.....	73	3	19	4	54	30	15	198

Madrid, 15 de febrero de 1911.

EL TENIENTE CORONEL TESORERO,
Severo Gómez Núñez.

EL GENERAL VICEPRESIDENTE,
Urquiza.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de marzo de 1911.*

	Pesetas.
Existencia en 28 de febrero...	45.747,15

CARGO

Abonado durante el mes:

Por el 1.er Regimiento mixto..	97,65
Por el 2.º id. id.	91,50
Por el 3.er id. id.	112,95
Por el 4.º id. id.	77,80
Por el 5.º id. id.	95,20
Por el 6.º id. id.	73,30
Por el 7.º id. id.	» »
Por el Regim. de Pontoneros.	90,95
Por el Bon. de Ferrocarriles..	72,65
Por la Brigada Topográfica...	14,45
Por la Academia del Cuerpo..	183,70
En Madrid.....	681,85
Por la Deleg.n de la 2.a Reg.n	155,75
Por la id. de la 3.a id.	125,75
Por la id. de la 4.a id.	226,20
Por la id. de la 5.a id.	106,35
Por la id. de la 6.a id.	95,70
Por la id. de la 7.a id.	150,65
Por la id. de la 8.a id.	43,15
Por la id. de Ceuta.....	31,60
Por la id. de Melilla.....	225,00
Por la Com.a de Mallorca....	65,90
Por la id. de Menorca....	46,05
Por la id. de Tenerife.....	36,20
Por la id. de Gran Canar.a	52,50
Suma el cargo.....	48.699,95

DATA

Pagado por el arreglo de dos armarios para la documentación de la Asociación.....	70,00
Suma y sigue.....	70,00
Suma anterior....	70,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	180,00

RESUMEN

Importa el cargo.....	48.699,95
Idem la data.....	180,00
Existencia en el día de la fecha	48.519,95

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 (35.000 pesetas nominales) depositados en el Banco de España, por su valor en compra.....	35.577,50
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	12.942,45
Total igual.....	48.519,95

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existían en 28 de febrero último.....	702

BAJAS

D. Vicente Mezquita Paús, por fallecimiento.....	1
Quedan en el día de la fecha..	701

Madrid 31 de marzo de 1911.=El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS. = V.º B.º = El General presidente, MARVÁ.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de marzo de 1911.*

	Pesetas.
Existencia en metálico en 28 de febrero último.....	23.188,20

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	193,80
Por el 2.º id. id.	198,20
Por el 3.er id. id.	211,30
Por el 4.º id. id.	180,50
Por el 5.º id. id.	180,40
Por el 6.º id. id.	345,10
Por el 7.º id. id.	» »
Por el Regim. de Pontoneros.	151,80
Por el Bon. de Ferrocarriles..	153,30
Por la Brigada Topográfica...	39,60
Por la Academia del Cuerpo..	345,50
En Madrid.....	1.284,95
Por la Comandancia General de la 2.ª Región.....	288,80
Por la id. de la 3.ª id.	212,50
Por la id. de la 4.ª id.	178,60
Por la id. de la 5.ª id.	122,50
Por la id. de la 6.ª id.	378,95
Por la id. de la 7.ª id.	224,70
Por la id. de Melilla	118,80
Por la Comandancia principal de la 8.ª Región.....	137,80
Por la id. de Mallorca....	104,10
Por la Com.ª de Menorca.....	107,10
Por la id. de Tenerife....	82,20
Por la id de Gran Canaria.	60,30
Por la Comandancia de Ceuta.	69,50
Suma el cargo.....	23.558,50

DATA

	Pesetas.
Por un telefonema dirigido á Guadalajara.....	1,65
Por la inscripción en el Instituto Nacional de Previsión de los individuos de tropa de la Sección ciclista del Estado Mayor Central y de la Compañía de Telégrafos de la Red de Madrid.....	293,00
Por dos telefonemas dirigidos á Barcelona.....	4,00
Por el *primer plazo del importe* del medallón del General Zarco del Valle.....	650,00
Por papel, sobres y objetos de de escritorio.....	65,50
Nómina de gratificaciones del escribiente de la Tesorería y del cobrador.....	67,50
Suma la data.....	1.081,65

RESUMEN

Importa el cargo.....	28.558,50
Idem la data.....	1.081,65
Existencia en el Banco de España en cuenta corriente....	27.476,85

Madrid 31 de marzo de 1911.=El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El teniente coronel, contador, ANTONIO MAYANDÍA.=V.º B.º El General presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE MARZO DE 1911

Empleos en el Cuerpo.	Nombres motivos y fechas.

ESCALA ACTIVA

Ascensos.

A Comandante.

C.n D. Ricardo Alvarez Espejo y Castejón, *Marqués de González de Castejón.*— R. O. 2 marzo 1911.— *D. O.* núm. 49.

A Capitán.

1.er T.e D. Juan Gómez Jiménez.—Id.—Id.

Cruces.

C.l Sr. D. Luis Elío Magallón, *Vizconde de Val de Erro*, se le concede la placa de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad del 31 agosto 1908.— R. O. 22 marzo 1911.— *D. O.* núm. 68.

C.n D. Martín Acha Lascaray, íd. íd. la Cruz de íd. íd. íd., con la íd. del 22 de septiembre 1910.—Id.—Id.

Recompensas.

C.e D. Salvador Navarro y Pagés, se le concede la cruz de 2.a clase de María Cristina como mejora de recompensa por su comportamiento en Ulad Setut el 18 de octubre de 1909, con esta antigüedad.—R. O. 2 marzo de 1911.

1.er T.e D. Enrique Adrados Semper, íd. íd. la cruz de 1.a clase del Mérito Militar con distintivo rojo, pensionada, como mejora de recompensa por su comportamiento en la conducción de convoyes desde el comienzo de las operaciones hasta 1.° de octubre de 1909, con esta antigüedad.—R. O. 6 marzo de 1911.

C.n D. Carmelo Castañón y Reguera, íd. íd. la cruz de 1.a clase de María Cristina, como mejora de recompensa por los méritos contraidos en el combate del 30 de septiembre de 1909 en el Zoco del Jemis de Beni-bu-Ifrur, con la antigüedad de esta fecha.—R. O. 7 marzo de 1911.

C.l Sr. D. Francisco Javier de Manzanos y Rodríguez Brochero, íd. íd. la cruz de tercera clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, como comprendido en el art. 19 del Reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 7 marzo 1911.—*D. O.* núm. 53.

C.n D. Ricardo Seco de la Garza, íd. íd. la cruz de 1.a clase de María Cristina, como mejora de recompensa por los méritos contraidos en el combate del 30 de septiembre de 1909 en el Zoco del Jemis de Beni-bu-Ifrur, con la antgüedad de esta fecha.—R. O. 9 marzo de 1911.

C.e D. Eustaquio Abaitúa Zubizarreta, se le concede mención honorífica, como comprendido en el art. 16 del Reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 10 marzo 1911.—*D. O.* núm. 57.

C.n D. Mariano Lasala Llanas, íd. íd.—Id.—Id.

C.n D. Fernando Falceto Blecua, íd. íd.—Id.—Id,

C.n D. José Rivadulla y Valera, íd. íd. la cruz de 1.a clase de María Cristina, como mejora de recompensa á los méritos que contrajo en los combates y servicios hasta el final de la campaña, por los que no ha sido recompensado, con la antigüedad de 31 diciembre de 1909.—R. O. 11 marzo de 1911.

C.n D. Eduardo Gallego y Ramos, íd. íd.la cruz de primera clase

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	del Mérito Militar, con distintivo blanco, pensionada, como comprendido en el artículo 20 del Reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 22 marzo 1911.—*D. O.* núm. 67.
C.e	D. Fermín de Sojo y Lomba, se dispone que la cruz de primera clase del Mérito Militar, con distintivo blanco y pasador del Profesorado, que posee, se declare pensionada.—R. O. 23 marzo 1911.—*D. O.* número 68.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.n	D. Ricardo Alvarez Espejo y González de Castejón, *Marqués de González de Castejón,* se le concede la gratificación annal de 1.500 pesetas por Profesorado.—R. O. 17 marzo 1911.—*D. O.* núm. 63.
	Destinos.
C.l	Sr. D. Carlos Banús y Comas, se le nombra Vocal de la Junta de Estudio de legislación sobre recompensas militares.—R. O. 3 marzo 1911.—*D. O.* número 50.
C.n	D. Alfredo Kindelán y Duany, se dispone tome parte en la experimentación de aeroplanos que ha de realizar la Comisión de Experiencias del Material de Ingenieros.—R. O. 8 marzo 1911.—*D. O.* número 54.
C.n	D. Emilio Herrera Linares, íd. íd. íd. íd.—Id.—Id.
C.n	D. Enrique Arrillaga y López, íd. íd. íd. íd.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Eduardo Barrón Ramos, íd. íd. íd. íd.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Ortiz Echagüe, ídem íd. íd. íd.—Id.—Id.
C.n	D. Pedro Rodríguez Perlado, de la Comandancia de Burgos al Ministerio de la Guerra.—Real orden 10 marzo 1911.—*D. O.* núm. 56.
1.er T.e	D. José Mollá Noguerol, se dispone pase á incorporarse al Centro Electrotécnico y de Comunicaciones para asistir al curso de radiotelegrafía.—R. O. 11 marzo 1911.—*D. O.* núm. 58.
C.e	D. Ricardo Alvarez Espejo y González de Castejón, *Marqués de González de Castejón,* ascendido, se dispone continue prestando sus servicios en comisión como Profesor auxiliar en la Escuela Superior de Guerra.—R. O. 17 marzo 1911.—*D. O.* núm. 63.
C.e	D. Luis Cavanilles Sanz, de situación de reemplazo en la 1.a Región, al 6.° Regimiento Mixto.—R. O. 28 marzo 1911.—*D. O.* núm. 70.
C.e	D. Cirilo Aleixandre Ballester, de íd. íd. en la íd. íd., á la Comandancia de Ciudad Rodrigo.—Id.—Id.
C.e	D. Joaquín Llavanera Alférez, de íd. íd. en la íd. íd., á la Comandancia Principal de la 8.a Región.—Id.—Id.
C.e	D. Cesáreo Tiestos y Clemente, de la Comandancia de Segovia á la de Bilbao.—Id.—Id.
C.e	D. Jesús Pineda y del Castillo, de la Comandancia de Bilbao á la de Segovia.—Id.—Id.
C.n	D. José Mendizábal Brunet, de situación de excedente en la 5.a Región, al 6.° regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Juan Aguirre Sánchez, de íd íd. en la 6.a Región, al 6.° Depósito de reserva.—Id.—Id.
C.n	D. Manuel Jiménez Fuente, del 6.° Deposito de reserva, á la Comandancia de Burgos.—Id.—Id.
C.n	D. Juan Gómez Jiménez, ascendido del 7.° Regimiento mixto á situación de excedente en la 1.a Región.—Id.—Id.
	Reemplazo.
C.n	D. Juan Liaño Trueba, pasa á esta situación con residencia en la 6.a Región.—R. O. 23 marzo 1911.—*D. O.* núm. 68.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

Comisiones.

C.n D. Guillermo Ortega y Agulla, una para concurrir el concurso de vehículos industriales del Real Automovil Club de España representando el ramo de guerra.—R. O. 10 marzo de 1911.

C.e D. Pedro de Anca y de Merlo, la misma id. id. para representar este Ministerio.—Id.—Id.

C.n D. José Tejero y Ruiz, una mixta para replanteo de la carretera de Puebla de Sanabria á Portugal, en la provincia de Zamora.—R. O. de 11 de marzo 1911.

C.e D. Joaquín Pascual y Vinent, otra mixta para el dragado y ensanche del puerto de Ciudadela (Menorca).—Id.—Id.

C.n D. Joaquín Coll y Fuster, otra mixta para el estudio de la carretera de San José á Cala Portinaix, en la isla de Ibiza. —R. O. 11 marzo 1911.

C.n D. Felipe Porta Iza, se dispone forme parte de la comisión militar de estudios de vías férreas de la 5.ª Región, en sustitución del de igual empleo, D. José Fajardo Verdejo.—R. O. 15 marzo 1911.—*D. O.* núm. 61.

C.e D. Ildefonso Güell y Argües, otra mixta para estudio del trazado de los ferrocarriles estratégicos de Blanes á Vilajuiga, y de Olot á Rosas.—R. O. 17 de marzo de 1911.

Matrimonios.

C.e D. Augusto Ortega y Romo, se le concede autorización para contraerlo con D.ª María de la Concepción Somoza y Armas. —R. O. 21 marzo 1911.—*D. O.* núm. 65.

C.n D. Manuel Pérez-Beato y Blanco, íd. íd. con D.ª Cristeta Olivier Sobera.—Id.—Id.

1.er T.e D. Manuel Martín de la Escalera, íd. íd. con D.ª Cecilia Hernández y Pérez.—R. O. 24 marzo 1911.—*D. O.* número 68.

C.n D. Pedro Sánchez Ocaña, íd. íd. con D.ª Pilar Dicenta y Bosch.—R. O. 28 marzo 1911. —*D. O.* núm. 70.

ESCALA DE RESERVA

Cruces.

2.º T.e D. Francisco Almazán Ojalvo, se le concede permuta de tres cruces de plata del Mérito Militar con distintivo rojo y dos con distintivo blanco, que posee, por otras de 1.ª clase de la misma orden y distintivo. —R. O. 29 marzo 1911.—*D. O.* núm. 72.

2.º T.e D. Juan de Bernabé Peña, íd. íd. de dos íd. id. y una íd. íd., íd., por íd. íd.—Id.—Id.

Destinos.

2.º T.e D. José Bertomeu Torres, ascendido, de la compañía de Zapadores de la Comandancia de Melilla, al 7.º Regimiento mixto.—R. O. 30 marzo 1911. —*D. O.* núm. 72.

2.º T.e D. Vicente Granda Antona, del 7.º Regimiento mixto, á situación de reserva.—Id. Id.

2.º T.e D. José Contreras Rodríguez, del 2.º Depósito de reserva, al 3.er Regimiento mixto.—Id. —Id.

PERSONAL DEL MATERIAL.

Ascensos.

A Oficial Celador de 1.ª clase.

O. C. de 2.ª D. Emilio Gutiérrez Mediano.—R. O. 27 marzo 1911.—*D. O.* núm. 70.

Recompensas.

M. de O. D. Rafael Deza Bermejo, se le concede mención honorífica como comprendido en el artículo 16 del Reglamento de recompensas en tiempo de paz. —R. O. 10 marzo de 1911.—*D. O.* núm. 57.

Sueldos, haberes y gratificaciones.

M. de T. D. Marcelino Sagaseta y Lam-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	payá, se le concede el sueldo anual de 4.250 pesetas por haber cumplido el 4 del corriente mes treinta años de servicios como maestro de taller.—R. O. 13 marzo de 1911. —*D. O.* núm. 59.
	Destinos.
C. del M.	D. Pedro Ubeda Bullido, de nuevo ingreso, con el sueldo anual de 2.000 pesetas, á la Comandancia de Madrid.—R. O. 22 marzo de 1911.—*D. O.* número 66.
C. del M.	D. Julio Forment García, íd. íd.

Empleos Cen el uerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	al Centro Electrotécnico y de Comunicaciones.—Id.—Id.
C. del M.	D. Emilio Gutiérrez Mediano, ascendido, con destino en la Comandancia de Ingenieros de Jaca, continúa en la misma.—Id.—Id.
	Licencias.
C. del M.	D. Antonio García Rufino, se le conceden cuatro meses de licencia, por asuntos propios, para Hervas Valença do Miño (Portugal). Pontevedra y Sevilla. — R. O. 11 marzo de 1911.—*D. O.* núm 58.

Asociación del Colegio de Santa Bárbara y San Fernando.

Tesorería del Consejo de Administración.

BALANCE de Caja correspondiente al mes de la fecha.

DEBE	Pesetas.
Existencia anterior	90.091,91
Cuotas de Cuerpos y socios del mes de marzo	8.788,95
Recibido por el Colegio de la Administración militar (consignación de marzo)	4.323,06
Recibido por honorarios de alumnos internos, etc	858,00
Pensiones de dote acreditadadas en marzo	1.408,00
Por rectificación de cuotas	2,00
Pasan á depósito por abonado de más por el primero montado	5,00
Por la venta de tres ejemplares de la *Crónica Artillera de la Campaña del Riff*	75,00
Suma	105.551,92

HABER	
Socios bajas	7,00
Rectificación de cuotas	6,00
Gastos de Secretaría	261,20
Pensiones satisfechas á huérfanos	3.660,00
Idem de dote acreditadas en marzo	1.408,00
Gastado por el Colegio en marzo	6.493,54
Pagado por materiales para la obra de la finca de Carabanchel	3.432,80
Existencia en Caja, según arqueo	90.283,38
Suma	105.551,92

DETALLE DE LA EXISTENCIA EN CAJA

En un recibo pendiente de una huérfana	500,00
En metálico en Caja	621,54
En ídem en la Caja del Colegio	4.303,34
En c/c en el Banco de España	8.781,15
En pensiones giradas y pendientes de cobro	744,00
En carpeta de cargos pendientes	2.837,10
En papel del Estado, depositado en el Banco de España (37.500 pesetas nominales en títulos del 4 por 100 interior)	31.012,25
En la Caja de Ahorros	41.484,00
Suma	90.283,38

NÚMERO DE SOCIOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA

	Capitanes Generales	Generales de División	Generales de Brigada	Coroneles	Tenientes Coroneles	Comandantes	Capitanes	Tenientes	TOTAL
Existencia en 15 de marzo de 1911	1	6	28	123	196	305	716	478	1.833
Altas	»	»	»	1	1	2	2	3	9
Suma	1	6	28	124	197	307	718	481	1.842
Bajas	»	»	»	»	1	2	2	2	7
Quedan	1	6	28	124	196	305	716	479	1.835

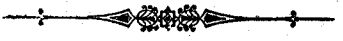
NÚMERO DE HUÉRFANOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA Y SU CLASIFICACIÓN

	En el Colegio	Por incorporar	En Academias militares	En carreras civiles	Con pensión	Pensión de dote	Aspirantes	TOTALES
Varones	53	3	20	4	21	»	5	106
Hembras	24	5	»	»	37	32	10	108
TOTALES	77	8	20	4	58	32	15	214

Madrid 15 de Abril de 1911.

EL TENIENTE CORONEL TESORERO,
Severo Gómez Núñez.

EL GENERAL VICEPRESIDENTE,
Urquiza.



Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de abril de 1911.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de marzo....	48.519,95

CARGO

Abonado durante el mes:

Por el 1.er Regimiento mixto..	97,65
Por el 2.º id. id.	98,25
Por el 3.er id. id.	101,50
Por el 4.º id. id.	» »
Por el 5.º id. id.	95,20
Por el 6.º id. id.	» »
Por el 7.º id. id.	166,30
Por el Regim. de Pontoneros.	78,95
Por el Bon. de Ferrocarriles..	79,75
Por la Brigada Topográfica...	14,45
Por la Academia del Cuerpo..	182,90
En Madrid.....	769,50
Por la Deleg.n de la 2.ª Reg.n	158,90
Por la id. de la 3.ª id.	127,65
Por la id. de la 4.ª id.	106,35
Por la id. de la 5.ª id.	97,95
Por la id. de la 6.ª id.	88,45
Por la id. de la 7.ª id.	72,90
Por la id. de la 8.ª id.	72,55
Por la id. de Ceuta.....	31,60
Por la id. de Melilla.....	61,60
Por la Com.ª de Mallorca....	» »
Por la id. de Menorca....	46,05
Por la id. de Tenerife.....	36,20
Por la id. de Gran Canar.ª	28,05
Suma el cargo.....	51.132,65

DATA

Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, Sr. Coronel retirado D. Vicente Mezquita y Paús.....	3.000,00
Idem por la id. id. del id. id., Excmo. Sr. General D. Luis de Castro Díaz.....	3.000,00
Suma y sigue.....	6.000,00
Suma anterior....	6.000,00
Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, Sr. Coronel retirado D. Antonio Peláez Campomanes y Fernández de Madrid.....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	9.110,00

RESUMEN

Importa el cargo.....	51.132,65
Idem la data.....	9.110,00
Existencia en el día de la fecha	42.022,65

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 (35.000 pesetas nominales) depositados en el Banco de España, por su valor en compra.....	35.577,50
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	6.445,15
Total igual.....	42.022,65

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existían en 28 de febrero último.....	701

BAJAS

Por fallecimiento.

Excmo. Sr. General D. Luis de Castro y Díaz, Sr. Coronel D. Antonio Peláez Campomanes y Fernández de Madrid.	2
Quedan en el día de la fecha..	699

Madrid 30 de abril de 1911.=El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS. = V.º B.º = El General Presidente, P. A. RODRÍGUEZ.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de abril de 1911.*

	Pesetas.
Existencia en metálico en 31 de marzo último	27.476,85

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto	195,20
Por el 2.º id. id.	205,15
Por el 3.er id. id.	211,30
Por el 4.º id. id.	» »
Por el 5.º id. id.	180,40
Por el 6.º id. id.	» »
Por el 7.º id. id.	340,90
Por el Regim. de Pontoneros	154,20
Por el Bon. de Ferrocarriles	160,80
Por la Brigada Topográfica	39,60
Por la Academia del Cuerpo	349,40
En Madrid	1.307,10
Por la Comandancia General de la 2.ª Región	280,55
Por la id. de la 3.ª id.	218,20
Por la id. de la 4.ª id.	153,80
Por la id. de la 5.ª id.	163,20
Por la id. de la 6.ª id.	» »
Por la id. de la 7.ª id.	112,10
Por la id. de Melilla	245,40
Por la Comandancia principal de la 8.ª Región	198,55
Por la id. de Mallorca	» »
Por la Com.ª de Menorca	105,55
Por la id. de Tenerife	82,20
Por la id de Gran Canaria	142,30
Por la Comandancia de Ceuta	69,50
Donativo hecho por el Teniente Coronel D. Mariano Rubió y Bellvé, para contribuir al mayor esplendor de las fiestas	1.000,00
Suma el cargo	33.392,25

DATA

Pagado por el segundo y último plazo del importe del medallón del General Zarco del Valle	650,00
Pagado por telefonemas y sellos de franqueo	8,05
Idem por trabajos de copia realizados en Secretaría en febrero y marzo	45,00
Pagado por 6.000 invitaciones para la función religiosa celebrada en la iglesia de San Francisco el Grande	650,00
Idem por gastos ocasionados con motivo del reparto de invitaciones	51,10
Idem por 200 ramos y una cesta de flores	330,00
Idem por una factura de la casa Martinho	140,00
Idem por sobres para cartas y oficios	11,50
Idem por alquiler de 15 coches-tranvías desde Madrid á Carabanchel y regreso	750,00
Idem por alquiler y colocación de tapices, adornos y sillas para la fiesta celebrada en el Colegio de Santa Bárbara y San Fernando	800,00
Idem por gratificaciones del escribiente de la Tesorería y del cobrador	67,50
Suma la data	3.503,15

RESUMEN

Importa el cargo	33.392,25
Idem la data	3.503,15
Existencia en el día de la fecha	29.889,10

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España en cuenta corriente	25.000,00
En la Tesorería de la Comisión	4.889,10
Total igual	29.889,10

Madrid 30 de abril de 1911. = El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervino: El teniente coronel, contador, ANTONIO MAYANDÍA. = V.º B.º El General presidente, P. I., BENITO DE URQUIZA.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE ABRIL DE 1911

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA ACTIVA

Ascensos.

A Coroneles.

T. C. D. Eduardo Ramos y Díaz de Vila.—R. O. 1.º abril de 1911. *D. O.* núm 75.

T. C. D. Enrique Valenzuela y Sánchez Muñoz.—Id.—Id.

T. C. D. Ramón Fort y Medina.—Id.—Id.

A Tenientes Coroneles.

C.e D. José Remirez de Esparza y Fernández.—Id.—Id.

C.e D. Francisco Díaz y Domenech.—Id.—Id.

A Comandantes.

C.n D. Pedro Soler de Cornellá y Scandella.—Id.—Id.

C.n D. Rafael Pineda y Benavides.—Id.—Id.

A Capitanes.

1.er T.e D. Fernando Balseyro y Flores.—Id.—Id.

1.er T.e D. Jesús Ordovás Galvete.—Id.—Id.

Cruces.

T. C. D. Enrique Valenzuela y Sanchez Muñoz, se le concede la placa de la Real y Militar orden de San Hermenegildo, con la antigüedad del 9 de enero de 1911.—R. O. 5 abril de 1911.—*D. O.* núm. 78.

Recompensas.

C.n D. Juan Vigón Suerodiaz, se le concede la cruz de 1.a clase del Mérito Militar con distintivo blanco, como comprendido en los artículos 20, 19 y 22 del vigente reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 1.º abril de 1911.—*D. O.* núm. 75.

C.n D. Enrique del Castillo Miguel, id. id. con id id. por haber desempeñado durante cuatro años el cargo de profesor en las escuelas regimentales del 2.º Regimiento Mixto.—R. O. 6 abril de 1911.—*D. O.* núm 78.

C.n D. Francisco Lozano Gorriti, id. id. con id. id., y pasador de *Industria Militar* por haber prestado sus servicios durante más de cuatro años en el Centro Electrotécnico y de Comunicaciones. — R. O. 26 abril de 1911.—*D. O.* núm 94.

T. C. D. Isidro Calvo y Juana, id. id. la id. id., como comprendido en los artículos 19 y 22 del vigente reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 27 abril de 1911.—*D. O.* núm 96.

C.n D. Mariano Ripollés Vaamonde, se le concede la cruz de 1.a clase del Mérito Naval, con distintivo blanco, por los servicios especiales prestados á la Marina.—R. O. del Ministro de Marina de 31 marzo de 1911, trasladada por el de la Guerra en 8 abril de 1911.

C.n D. José Rivadulla y Valera, se dispone que la Cruz de María Cristina, concedida por los méritos que contrajo en los combates y operaciones verificadas en la campaña de Melilla, se considere dentro de su empleo de 1.er Teniente. — R. O. 11 abril de 1911.

Destinos.

C.1 Sr. D. Carlos de las Heras y Crespo, del 5.º Regimiento

Empleos Cen el uerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Mixto á Ayudante de campo del Ministro de la Guerra.—R. O. 4 abril de 1911.—*D. O.* núm. 76.
C.e	D. Rafael Pineda y Benavides. se le confirma en el cargo de Ayudante de Campo del General de brigada D. José Marvá, Jefe de Sección del Ministerio. — R. O. 5 abril de 1911.—*D. O.* núm. 77.
C.n	D. Isidoro Tamayo y Cabañas, cesa en el cargo de ayudante de órdenes del teniente General D. Luis Pando y Sánchez. —R. O. 7 abril de 1911.—*D. O.* núm 79.
C.e	D. Manuel Díaz Escribano, se dispone quede encargado de los automóviles de la 2.ª región así como de su personal correspondiente. — R. O. 21 abril de 1911.—*D. O.* núm 90.
C.e	D. Agustín Scandella Beretta, id. id. 3.ª Región.—Id.—Id.
C.n	D. Luis Cañellas y Marquina, id. id. 4.ª Región.—Id.—Id.
C.n	D. Manuel Jiménez Fuente, id. id. 6.ª Región.—Id.—Id.
C.e	D. Leandro Lorenzo Montalvo, id. id 7.ª Región.—Id.—Id.
C.n	D. Andrés Fernández Mulero, id. id. Melilla.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Mariano Cuesta García, id. id. Ceuta.—Id.—Id.
C.l	Sr. D. Joaquín Canals y Castellarnau, de la Comandancia de Mallorca, á la de Barcelona.—R. O. 24 abril de 1911.—*D. O.* núm. 91.
C.l	Sr. D. Enrique Valenzuela y Sánchez Muñoz, ascendido, supernumerario en la 1.ª Región, continúa en igual situación.—Id.—Id.
T. C.	D. Francisco Díaz Domenech, ascendido, al 7.º Regimiento Mixto, y en comisión á la Academia del Cuerpo hasta fín del presente curso.—R.s O.s 10 y 24 abril de 1911.—*D.s O.s* números 81 y 91.
T. C.	D. José Viciana y García Roda, de la Comandancia de Tenerife, á situación de excedente en la 4.ª Región.—R. O. 24 abril de 1911.—*D. O.* núm 91.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
T. C.	D. Sebastián Carsi y Rivera, excedente en la 6.ª Región á la Comandancia de Pamplona. —R. O. 24 abril de 1911.—*D. O.* núm. 91.
T. C.	D. Dionisio Delgado y Domínguez, de la Comandancia de Málaga, con residencia en Granada, á la de San Sebastián.—Id.—Id.
T. C.	D. Mariano de Solís y Gómez de la Cortina, de la Comandancia de San Sebastián, á la de Málaga, con residencia en Granada.—Id.—Id.
C.e	D. Pedro Soler de Cornellá y Scandella, ascendido, de la Comandancia de Segovia, á la de Ciudad Rodrigo.—Id.—Id.
C.e	D. Vicente Morera de la Vall y Rodón, del 6.º Regimiento mixto, á la Comandancia de Pamplona, con residencia en Logroño.—Id.—Id.
C.n	D. Juan Gómez Giménez, excedente en la 1.ª Región, á la Comandancia de Segovia. — Id. —Id.
C.n	D. Fernando Balseyro y Flores, ascendido, del batallón de Ferrocarriles á situación de excedente en la 1.ª Región.—Id. —Id.
C.n	D. Jesús Ordovás y Galvete, ascendido, alumno de la Escuela de Guerra, continúa en su actual situación.—Id.—Id.
T. C.	D. José Remirez de Esparza y Fernández, de la Comandancia de Zaragoza á la de Tenerife.—R. O. 27 abril de 1911. —*D. O.* núm. 94.
1.er T.e	D. Francisco López Mancisidor, del batallón de Ferrocarriles al 6.º Regimiento Mixto.—R. O. 27 abril de 1911.—*D. O.* núm. 94.

Sueldos, haberes y gratificaciones.

1.er Te D. Mariano Monterde Hernández, se le concede la gratificación anual de 480 pesetas por

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

efectividad.—R. O. 20 abril de 1911.—*D. O.* núm. 89.

Comisiones.

C.e D. Eustaquio de Abaitúa y Zubizarreta, una mixta para estudio de la carretera de Sabiñánigo á la Rivera del Fiscal (Huesca).—R. O. 19 abril de 1911.

C.n D. Luis Sanz Tena, otra mixta para estudio del ramal á Tabescán en la carretera de Llavorsi á Arcos y Andorra (Lérida).—Id.

Licencias.

C.n D. Alfredo Amigó Gassó, se le conceden tres meses de prorróga á la de seis que por asuntos propios disfruta por R. O. de 4 de agosto último (*D. O.* núm. 169), para Santa Cruz de Tenerife (Canarias) y Habana (Cuba).—R. O. 15 abril de 1911.—*D. O.* número 86.

T. C. D. Mariano de Solís y Gómez de la Cortina, dos meses por enfermo para Fuenterrabía (Guipuzcoa). — Orden del Capitan General 7 abril de 1911.

C.e D. José Madrid y Blanco, dos meses por enfermo para Madrid y Valdepeñas (Ciudad Real).—Orden del Capitan General 8.a Región 11 abril de 1911.

C.n D. Isidoro Tamayo Cabeñas, dos meses por enfermo para Guadalajara.—Orden del Capitan General 1.a Región 11 abril de 1911.

Supernumerarios.

C.e D. Luis Cavanilles Sanz, pasa á dicha situación quedando adscripto á la Subinspección de la 1.a Región. — R. O. 20 abril de 1911.—*D. O.* núm. 89.

C.e D. Cirilo Aleixandre y Ballester, id. id.—Id.—Id.

C.e D. Joaquín Llavanera y Alferéz, pasa á dicha situación, quedando adscripto á la Subinspección de la 1.a Región. — R. O. 27 abril de 1911.—*D. O.* núm. 94.

C.n D. Felix Madinaveitia Vivanco, id. id, quedando adscripto al Gobierno Militar de Ceuta. —Id.—Id.

Residencia.

C.e D. Narciso Gonzáles Martínez, se le concede traslado de residencia desde Sevilla á Cazorla (Jaén). — Orden del Capitan General 2.a Región 7 abril de 1911.

ESCALA DE RESERVA

Cruces.

2.o T.e D. Benito Mateo Triviño, se le concede permuta de dos cruzes de plata del Mérito Militar con distintivo blanco que posee por otras de 1.a clase de igual orden y distintivo.—R. O. 15 abril de 1911.—*D. O.* núm. 85.

PERSONAL DEL MATERIAL

Ascensos.

A Oficial Celador de 1.a clase.

O. C. 2.a D. Joaquín Castillón y Sopena. —R. O. 18 abril de 1911.—*D. O.* núm .87.

Destinos.

D.e D. José Ferrer Gispert, de la Comandancia del Ferrol á la de Valencia.—R. O. 26 abril de 1911.—*D. O.* núm. 94.

C. F. 1.a D. Joaquín Castillón y Sopena, de la Comandancia de Gerona á excedente en la 4.a Región.—R. O. 28 abril.—*D. O* núm. 96.

Sueldos, haberes y gratificaciones.

A. D. Manuel Amaya Ramirez, se

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	se le concede el sueldo anual de 2.150 pesetas á partir del 1.º de abril por haber cumplido el 13 de marzo último veinte años de servicios como aparejador de plantilla.—R. O. 18 abril de 1911.—*D. D.* núm. 87.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
M. de O.	D. Adrián González Gallego, id. id. de 4.250 pesetas anuales á partir del 1.º de abril por haber cumplido el 16 de marzo treinta años de servicios como maestro de obras militares.—Id.—Id.

Asociación del Colegio de Santa Bárbara y San Fernando

Tesorería del Consejo de Administracción.

BALANCE de Caja correspondiente al mes de la fecha.

DEBE	Pesetas.
Existencia anterior	90.283,38
Cuotas de Cuerpos y socios del mes de abril	8.674,45
Recibido por el Colegio de la Administración militar (consignación de abril)	4.315,57
Recibido por honorarios de alumnos internos, etc	482,50
Pensiones de dote acreditadas en abril	1.458,00
Por la venta de seis ejemplares de la *Crónica Artillera de la campaña del Riff*	150,00
Donativo de D. Eduardo Arias, de marzo y abril	20,00
Suma	105.383,90

HABER	
Socios bajas	38,00
Gastos de Secretaría	203,00
Pensiones satisfechas á huérfanos	4.180,00
Idem de dote acreditadas en abril	1.458,00
Gastado por el Colegio en abril	5.776,55
Por la salida del recibo pendiente de una huérfana, según acuerdo del Consejo de 30 de diciembre	500,00
Entregado á la huérfana Doña Marcelina Fdos. Landa, su cartilla del Monte de Piedad y pensiones de dote acreditadas, por haber llegado á la mayor edad	3.223,25
Rectificación de cuotas	50
Existencia en Caja, según arqueo	90.004,60
Suma	105.383,90

DETALLE DE LA EXISTENCIA EN CAJA

En metálico en Caja	698,74
En íd. en la Caja del Colegio	2.805,86
En un recibo al Cajero del Colegio	2.000,00
En c/c en el Banco de España	9.027.15
En cargos pendientes de cobro	2.866,60
En pensiones giradas y pendientes de cobro	600.00
En papel del Estado depositado en el Banço de España (37.500 pesetas nominales en títulos del 4 por 100 interior)	31.012,25
En la Caja de Ahorros	40.994,00
Suma	90.004,60

NÚMERO DE SOCIOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA

	Capitanes Generales	Generales de División	Generales de Brigada	Coroneles	Tenientes Coroneles	Comandantes	Capitanes	Tenientes	TOTAL
Existencia en 15 de abril de 1911	1	6	28	124	196	305	716	459	1.835
Altas	»	»	1	»	1	3	5	1	11
Suma	1	6	29	124	197	308	721	460	1.846
Bajas	»	»	»	1	1	»	3	5	10
Quedan	1	6	29	123	196	308	718	455	1.836

NÚMERO DE HUÉRFANOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA Y SU CLASIFICACIÓN

	En el Colegio	Por incorporar	En Academias militares	En carreras civiles	Con pensión	Pensión de dote	Aspirantes	TOTALES
Varones	53	3	20	4	21	»	5	106
Hembras	24	5	»	»	37	31	10	107
TOTALES	77	8	20	4	58	31	15	213

Madrid 15 de Mayo de 1911.

EL TENIENTE CORONEL TESORERO,
Severo Gómez Núñez.

EL GENERAL VICEPRESIDENTE,
Urquiza.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de mayo de 1911.*

	Pesetas.
Existencia en 30 de abril.....	42.022,65

CARGO

Abonado durante el mes:

Por el 1.er Regimiento mixto..	92,35
Por el 2.º id. id.	91,90
Por el 3.er id. id.	101,50
Por el 4.º id. id.	158,10
Por el 5.º id. id.	98,30
Por el 6.º id. id.	71,30
Por el 7.º id. id.	81,20
Por el Regim. de Pontoneros.	78,95
Por el Bon. de Ferrocarriles..	69,05
Por la Brigada Topográfica...	14,45
Por la Academia del Cuerpo..	184,30
En Madrid.....	865,20
Por la Deleg.n de la 2.a Reg.n	139,55
Por la id. de la 3.a id.	130,15
Por la id. de la 4.a id.	107,55
Por la id. de la 5.a id.	102,35
Por la id. de la 6.a id.	88,70
Por la id. de la 7.a id.	74,50
Por la id. de la 8.a id.	69,40
Por la id. de Ceuta.....	36,45
Por la id. de Melilla.....	61,60
Por la Com.a de Mallorca....	164,20
Por la id. de Menorca....	46,05
Por la id. de Tenerife.....	36,20
Por la id. de Gran Canar.a	28,05
Intereses de las 35.000 pesetas nominales en Deuda amortizable al 5 por 100 que posee la Asociación, del trimestre vencido en 15 del actual....	350,00
Suma el cargo.....	45.364,00

DATA

Pagado á la imprenta del MEMORIAL del Cuerpo, por una factura de impresos.....	30,75
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	140,75

RESUMEN

Importa el cargo.....	45.364,00
Idem la data.....	140,75
Existencia en el día de la fecha	45.223,25

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 (35.000 pesetas nominales) depositados en el Banco de España, por su valor en compra.....	35.577,50
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	9.645,75
Total igual.....	45.223,25

Nota. Durante el presente mes no ha habido alteración en el número de socios, existiendo, por tanto, los 699 que figuraron en el balance de abril último.

Madrid 31 de mayo de 1911.=El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.º B.º=El General Presidente. — P. I., — RAFAEL MORENO.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de mayo de 1911.*

	Pesetas.
Existencia en metálico en 30 de abril último	29.889,10

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto	180,00
Por el 2.º id. id.	200,40
Por el 3.er id. id.	211,30
Por el 4.º id. id.	366,60
Por el 5.º id. id.	181,60
Por el 6.º id. id.	172,40
Por el 7.º id. id.	170,70
Por el Regim. de Pontoneros	154,20
Por el Bon. de Ferrocarriles	147,05
Por la Brigada Topográfica	39,60
Por la Academia del Cuerpo	347,80
En Madrid	1.120,10
Por la Comandancia General de la 2.ª Región	276,15
Por la id. de la 3.ª id.	214,50
Por la id. de la 4.ª id.	153,80
Por la id. de la 5.ª id.	159,00
Por la id. de la 6.ª id.	186,10
Por la id. de la 7.ª id.	116,10
Por la id. de Melilla	121,90
Por la Comandancia principal de la 8.ª Región	164,60
Por la id. de Mallorca	209,60
Por la Com.ª de Menorca	105,55
Por la id. de Tenerife	82,20
Por la id de Gran Canaria	» »
Por la Comandancia de Ceuta	79,70
Suma el cargo	35.050,05

DATA

	Pesetas.
Importa la carpeta de gastos realizados en el presente mes	11.321,76
Suma la data	11.321,76

RESUMEN

Importa el cargo	35.050,05
Idem la data	11.321,76
Existencia en el día de la fecha	23.728,29

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España en cuenta corriente	18.000,00
En la Tesorería de la Comisión	5.728,29
Total igual	23.728,29

Madrid 31 de mayo de 1911. = El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El teniente coronel, contador, ANTONIO MAYANDÍA. = V.º B.º El General presidente,—P. E.,—BENITO DE URQUIZA.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE MAYO DE 1911

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA ACTIVA

Ascensos.

A Comandantes.

C.n D. Félix Angosto y Palma.—R. O. 1.º mayo de 1911.—*D. O.* núm. 97.

C.n D. Pedro Sánchez Ocaña León.—Id.—Id.

C.n D. Miguel Cardona Juliá.—Id.—Id.

A Capitanes.

1.er T.e D. Ladislao Ureña Sanz.—Id.—Id.

1.er T.e D. José Combelles Berges.—Id.—Id.

1.er T.e D. Mariano Monterde Hernández.—Id.—Id.

1.er T.e D. Manuel Masiá Marches.—Id.—Id.

Cruces.

C.l Sr. D. Félix Arteta Jáuregui, se le concede la placa de la Real y Militar orden de San Hermenegildo, con la antigüedad del 20 abril de 1909.—R. O. 20 mayo de 1911.—*D. O.* número 111.

C.e D. Felipe Martínez Méndez, id. id. la cruz de id. id. con la id. del 13 de septiembre de 1903. Id.—Id.

Recompensas.

T. C. D. Manuel Acebal del Cueto, se le concede *Mención honorífica*, por los extraordinarios servicios prestados en el Estado Mayor Central con motivo de la campaña de Melilla.—R. O. 30 de abril de 1911. — *D. O.* núm. 101.

C.n D. Cárlos Requena Martínez, id. id. por id. id.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres motivos y fechas.

1.er T.e D. Florentino Canales González, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco, por haber desempeñado durante cuatro años el cargo de profesor en las escuelas regimentales del 6.º Regimiento mixto.—R. O. 13 mayo de 1911.—*D. O.* núm. 107.

Destinos.

C.l Sr. D. Rafael de Aguilar y de Castañeda, *Marqués de Villamarín*, de Comandante general de Ingenieros de Melilla, en comisión, á Comandante general de Ingenieros de la 2.ª Región, en comisión.—R. O. 11 mayo de 1911. — *D. O* núm. 104.

C.l Sr. D. Ramiro de la Madrid y Ahumada, del 6.º Regimiento mixto á Comandante general de Ingenieros de la 7.ª Región, en comisión.—Id.—Id.

C.l Sr. D. Félix Casuso y Solano, de excedente en la 8.ª Región, al 6.º Regimiento mixto de Ingenieros.—Id.—Id.

C.l Sr. D. José Saavedra y Lugilde, de reemplazo en la 1.ª Región á la Inspección general de los Establecimientos de Instrucción é Industria Militar, como vocal, en comisión.—Id. —Id.

C.n D. Ladislao Ureña Sanz, ascendido, se dispone continúe desempeñando el cargo de profesor de alemán en la Academia del Cuerpo. — R. O. 11 mayo de 1911.—*D. O.* número 105.

C.e D. José Campos y Munilla, se le nombra ayudante de campo del general de brigada don Luis Urzáiz y Cuesta, Comandante general de Ingenieros de Melilla. — R. O. 16

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	mayo de 1911.—*D. O.* número 107.
C.e	D. José Ubach y Elósegui, de la comandancia de Ceuta, á mayor de las tropas de la misma comandancia. — R. O. 23 mayo de 1911. — *D. O.* número 112.
C.e	D. Alfonso García Roure, de mayor de las tropas de la comandancia de Ceuta, á la comandancia de la misma plaza. —Id.—Id.
C.e	D. Félix Angosto y Palma, ascendido, de la comandancia de Cartagena, á la comandancia principal de la 8.ª Región —Id.—Id.
C.e	D. Pedro Sánchez Ocaña, ascendido, del Estado Mayor Central, al 6.º Regimiento mixto. —Id.—Id.
C.e	D. Miguel Cardona y Juliá, ascendido, de la comandancia de Algeciras, al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. José Combelles Berges, ascendido, del 4.º Regimiento mixto á la comandancia de Algeciras.—Id.—Id.
C.n	D. Mariano Monterde y Hernández, ascendido, de la compañía de Telégrafos para la Red de Madrid, al 1.er Regimiento mixto y en comisión al Centro eléctrotécnico y de Comunicaciones.—Id.—Id.
C.n	D. Manuel Masiá y Marches, ascendido, de la compañía de Telégrafos de la comandancia de Menorca, á la Comandancia de Cartagena.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Teodomiro González Antonini, del regimiento de Pontoneros á la compañía de Telégrafos de la comandancia de Menorca.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José López Otero, del regimiento de Pontoneros, á la compañía de Telégrafos para la red de Madrid.—Id.—Id.
	Clasificaciones.
T. C.	D. Juan Tejón y Marín, se le declara apto para el ascenso.— R. O. 24 mayo de 1911.—*D. O.* núm. 115.
T. C.	D. Fernando Plaja y Salá, se le declara apto para el ascenso. Id.—Id.
T. C.	D. Luis Monravá y Cortadellas. Id.—Id.
T. C.	D. Arturo Vallhonrat y Casals. —Id.—Id.
T. C.	D. Lorenzo de la Tejera y Magnin.—Id.—Id.
T. C.	D. Venancio Fúster y Recio. — Id.—Id.
T. C.	D. José López Pozas.—Id.—Id.
T. C.	D. José Vallejo y Elías. — Id. — Id.
T. C.	D. José Viciana y García Roda. —Id.—Id.
T. C.	D. José Tafur y Funes.—Id.— Id.
T. C.	D. Natalio Grande y Mohedano. —Id.—Id.
C.e	D. Anselmo Sánchez Tirado y Rubio.—Id.—Id.
C.e	D. Juan Vilarrasa y Fournier. —Id.—Id.
C.e	D. Francisco Cañizares y Moyano.—Id.—Id.
C.e	D. Miguel López Rodríguez.—Id. —Id.
C.e	D. Bernardino Cervela y Malvar.—Id.—Id.
C.e	D. Manuel del Río y Andrés. — Id.—Id.
C.e	D. Pablo Duplá y Vallés.—Id.— Id.
C.e	D. José Ferré y Berges. — Id. — Id.
C.e	D. Pedro de Anca y de Merlo.— Id.—Id.
C.e	D. Leandro Lorenzo y Montalvo.—Id.—Id.
C.n	D. Emilio Baquera Ruiz.—Id.— Id.
C.n	D. Luis Cañellas Marquina.—Id. —Id.
C.n	D. Luis Barrio Miegimolle.—Id. —Id.
C.n	D. Francisco Franco Pineda.— Id.—Id.
C.n	D. Ramón Flórez y Sanz. — Id. —Id.
C.n	D. José Castilla.—Id.—Id.
C.n	D. José Rivera y Juez. — Id. — Id.
C.n	D. Gerardo Lasalle y Boluda.— Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

Comisiones.

C.e D. Roberto Fritschi y García, una mixta para estudios de un ferrocarril de Villamartín á Algeciras.—R. O. 13 mayo de 1911.

T. C. D. José Portillo y Bruzón, otra mixta para estudio de la carretera de La Linea á la estación de San Roque (Cádiz).—R. O. 20 mayo de 1911.

C.l Sr. D. Antonio Los Arcos Miranda, otra mixta para estudio de un ferrocarril que partiendo del proyectado de Pamplona á Irún, vaya de Santisteban á Elizondo.—R. O. 12 mayo de 1911.

Licencias.

C.n D. Manuel Masiá Marches, una de veintiocho días por asuntos propios para Valencia y Madrid.—Orden del Capitán General de Baleares, 12 mayo de 1911.

Supernumerarios.

C.n D. Alfredo Amigó Gassó, pasa á dicha situación, quedando adscripto á la Subinspección de Canarias.—R. O. 13 mayo de 1911.—*D. O.* núm. 107.

Residencia.

C.n D. José García Benítez, supernumerario en Ceuta, se le concede traslado de residencia á Madrid, quedando adscripto á la Subinspección de la 1.a Región —R. O. 26 mayo de 1911.—*D. O.* núm. 115.

Matrimonios.

C.e D. José Campos Munilla, se le concede autorización para contraerlo con D.a María de los Angeles Salcedo y Cárdenas.—R. O. 26 mayo de 1911.—*D. O.* núm. 115.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA DE RESERVA

Cruces.

2.o T.e D. Leonardo Benito-Valle y González, se le concede permuta de las dos cruces de plata del Merito Militar, con distintivo blanco, que posee, por otras de 1.a clase de igual Orden y distintivo.—R. O. 5 mayo de 1911.—*D. O.* núm. 102.

Destinos.

1.er T.e D. Andrés Castelló Jardín, del 7.o Regimiento mixto á situación de reserva afecto al 1.er depósito.—R. O. 31 mayo de 1911.—*D. O.* núm. 119.

PERSONAL DEL MATERIAL

Retiros.

O. C. 1.a D. Tomás Flórez Flórez, se le concede para Valladolid.—R. O. 26 mayo de 1911.—*D. O.* núm. 115.

Cruces.

O. C. 2.a D. Valentín Negrete Encabo, se le concede permuta de una cruz de plata del Mérito Militar con distintivo rojo y otra con distintivo blanco, que posee, por otras de 1.a clase de igual orden y distintivo.—R. O. 22 mayo de 1911.—*D. O.* núm. 112.

Destinos.

C. del M. D. Francisco Mezado Carles, de nuevo ingreso con el sueldo anual de 2.000 pesetas á la comandancia de Gerona.—R. O. 27 mayo de 1911.—*D. O.* núm. 116.

M. de O. D. Manuel Caballero Sierra, de la comandancia de Barcelona á la de Ceuta, en comisión.—R. O. 31 mayo de 1911.—*D. O.* núm. 118.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
M. de O.	D. Jaime Sagalés Ratés, de la comandancia de Algeciras á la de Ceuta, en comisión.—R. O. 31 mayo de 1911.—*D. O.* núm. 118.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
M. de O.	D. Laureano Tovar y Gutiérrez, se le concede el sueldo anual de 4.250 pesetas desde 1.° de abril, por haber cumplido el 4 de marzo anterior, treinta años de servicio como maestro de obras militares, de plantilla.—R. O. 13 mayo de 1911.—*D. O.* núm. 107.
Ap. del M. de Ing.	D. Francisco Podadera Morales, se le concede el sueldo anual de 1.700 pesetas desde 1.° de junio por haber cumplido el 14 del corriente, diez años de servicio como aparejador de plantilla.—R. O. 27 mayo de 1911.—*D. O.* número 116.
M. de O.	D. Demetrio Sánchez Ballesteros, se le concede el sueldo anual de 4.250 pesetas desde 1.° de junio por haber cumplido el 4 de abril treinta años de servicio como maestro de obras militares de plantilla. R. O. 31 mayo de 1911.—*D. O.* núm. 119.

Asociación del Colegio de Santa Bárbara y San Fernando

Tesorería del Consejo de Administracción.

BALANCE de Caja correspondiente al mes de la fecha.

DEBE	Pesetas.
Existencia anterior	90.004,60
Cuotas de Cuerpos y de Socios del mes de mayo	8.664,55
Recibido por el Colegio de la Administración militar (consignación de mayo)	4.323,86
Recibido por Id. de la Caja de la Asociación	2.000,00
Id. id. por honorarios de alumnos	505,00
Pensiones de dote acreditadas en mayo	1.556,50
Por la venta de cinco ejemplares de la *Crónica Artillera de la campaña del Riff*	125,00
Donativo de D. Eduardo Arias	10,00
Suma	107.189,51

HABER	
Socios bajas	10,50
Gastos de Secretaría	349,15
Pensiones satisfechas á huérfanos	3.247,00
Idem de dote acreditadas en mayo	1.556,50
Gastado por el Colegio en mayo	8.931,17
Sale de depósito lo abonado de más en febrero por el 1.° Montado	5,00
Pagado por obra ejecutada en mayo en la finca de Carabanchel y por materiales para la misma	6.574,59
Sale de Caja lo entregado al Colegio por haberse hecho cargo de esa cantidad en sus cuentas de mayo	2.000,00
Existencia en Caja, según arqueo	84.515,60
Suma	107.189,51

DETALLE DE LA EXISTENCIA EN CAJA

En metálico en Caja	1.354,00
En íd. en la Caja del Colegio	231,55
En un recibo por lo entregado al Colegio para atenciones del mismo	1.500,00
En c/c en el Banco de España	5.683.65
En cargos pendientes de cobro	2.496,65
En pensiones giradas y pendientes de cobro	1.243,50
En papel del Estado depositado en el Banco de España (37.500 pesetas nominales en títulos del 4 por 100 interior)	31.012,25
En la Caja de Ahorros	40.994,00
Suma	84.515,60

NÚMERO DE SOCIOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA

	Capitanes Generales	Generales de División	Generales de Brigada	Coroneles	Tenientes Coroneles	Comandantes	Capitanes	Tenientes	TOTAL
Existencia en 15 de abril de 1911	1	6	29	123	196	303	718	453	1.834
Altas	»	»	»	1	1	1	3	»	6
Suma	1	6	29	124	197	309	721	453	1.840
Bajas	»	»	»	»	1	3	1	3	8
Quedan	1	6	29	124	196	306	720	450	1.832

NÚMERO DE HUÉRFANOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA Y SU CLASIFICACIÓN

	En el Colegio	Por incorporar	En Academias militares	En carreras civiles	Con pensión	Pensión de dote	Aspirantes	TOTALES
Varones	53	3	20	4	21	»	5	106
Hembras	24	5	»	»	37	32	10	108
TOTALES	77	8	20	4	58	32	15	214

Madrid 15 de junio de 1911.

EL TENIENTE CORONEL TESORERO,
Severo Gómez Núñez.

EL GENERAL VICEPRESIDENTE,
Urquiza.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de junio de 1911.*

	Pesetas.
CARGO	
Existencia en 31 de mayo....	45.223,25
Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	95,50
Por el 2.º id. id.	91,90
Por el 3.er id. id.	101,50
Por el 4.º id. id.	74,85
Por el 5.º id. id.	89,55
Por el 6.º id. id.	81,05
Por el 7.º id. id.	81,20
Por el Regim. de Pontoneros.	74,65
Por el Bon. de Ferrocarriles..	69,05
Por la Brigada Topográfica...	14,45
Por la Academia del Cuerpo..	185,05
En Madrid.....	731,15
Por la Deleg.n de la 2.a Reg.n	145,75
Por la id. de la 3.a id.	125,55
Por la id. de la 4.a id.	113,70
Por la id. de la 5.a id.	97,95
Por la id. de la 6.a id.	119,75
Por la id. de la 7.a id.	78,65
Por la id. de la 8.a id.	85,45
Por la id. de Ceuta.....	30,20
Por la id. de Melilla.....	» »
Por la Com.a de Mallorca....	» »
Por la id. de Menorca....	46,05
Por la id. de Tenerife.....	41,10
Por la id. de Gran Canar.a	28,05
Suma el cargo.....	47.825,35

DATA	
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	115,00
Suma la data.....	115,00
RESUMEN	
Importa el cargo.....	47.825,35
Idem la data.....	115,00
Existencia en el día de la fecha	47.710,35
DETALLE DE LA EXISTENCIA	
En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 (35.000 pesetas nominales) depositados en el Banco de España, por su valor en compra.....	35.577,50
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	12.132,85
Total igual.....	47.710,35

Nota. Durante el presente mes no ha habido alteración en el número de socios, existiendo, por tanto, los 699 que figuraron en el balance de mayo último.

Madrid 30 de junio de 1911. = El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS. = V.º B.º = El General Presidente, MARVÁ.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de junio de 1911.*

CARGO

	Pesetas.
Existencia en metálico en 31 de mayo último	23.728,29
Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto	192,15
Por el 2.º id. id.	200,40
Por el 3.er id. id.	211,30
Por el 4.º id. id.	174,60
Por el 5.º id. id.	168,10
Por el 6.º id. id.	332,85
Por el 7.º id. id.	170,70
Por el Regim. de Pontoneros	145,60
Por el Bon. de Ferrocarriles	147,05
Por la Brigada Topográfica	39,60
Por la Academia del Cuerpo	350,60
En Madrid	1.018,45
Por la Comandancia General de la 2.ª Región	287,45
Por la id. de la 3.ª id.	206,30
Por la id. de la 4.ª id.	177,10
Por la id. de la 5.ª id.	161,00
Por la id. de la 6.ª id.	240,30
Por la id. de la 7.ª id.	124,70
Por la id. de Melilla	» »
Por la Comandancia principal de la 8.ª Región	180,70
Por la id. de Mallorca	» »
Por la Com.ª de Menorca	105,55
Por la id. de Tenerife	80,70
Por la id de Gran Canaria	65,90
Por la Comandancia de Ceuta	66,65
Suma el cargo	28.576,04

DATA

	Pesetas.
Importa la carpeta de gastos realizados en el presente mes	2.745,35
Suma la data	2.745,35

RESUMEN

Importa el cargo	28.576,04
Idem la data	2.745,35
Existencia en el día de la fecha	25.830,69

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España en cuenta corriente	22.000,00
En la Tesorería de la Comisión	3.830,69
Total igual	25.830,69

Madrid 30 de junio de 1911. = El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El teniente coronel, contador, ANTONIO MAYANDÍA.=V.º B.º El General presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE JUNIO DE 1911

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA ACTIVA

A Coronel.

T. C. D. Francisco Gimeno Ballesteros.—R. O. 2 junio de 1911.—*D. O.* núm. 120.

A Teniente Coronel.

C.e D. Guillermo Lleó y de Moy.—Id.—Id.

A Comandante.

C.n D. Ricardo Martínez Unciti.—Id.—Id.

A Capitanes.

1.er T.e D. Manuel de la Calzada y Bayo.—Id.—Id.

1.er T.e D. Elisardo Azpiazu y Menchaca.—Id.—Id.

1.er T.e D. José Arancibia Lebario.—Id—Id.

Cruces.

T. C. D. José Viciana y García Roda, se le concede la placa de la Real y Militar orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 27 de marzo de 1911.—R. O. 21 junio de 1911.—*D. O.* núm. 137.

C.n D. Fernando Mexia Blanco, íd. íd. la cruz de íd. íd., con la íd. de 24 de septiembre de 1910.—Id.—Id.

C.n D. Pompeyo Martí Montferrer, íd. íd. la íd. íd., con la íd de 8 de Enero de 1911.—Id.—Id.

Recompensas.

C.e D. Francisco de Paula Rojas Rubio, se le conceden dos cruces de segunda clase del Mérito Militar con distintivo blanco y pasador de Industria Militar, por haber cumplido los plazos 2.° y 3.° de cuatro años de servicios en la compañía de Aerostación y en el parque aerostático.—R. O. 6 de junio de 1911.—*D. O.* núm. 124.

C.n D. Mario Jiménez Ruiz, se le concede Mención honorífica, como comprendido en el artículo 16 del Reglamento de recompensas en tiempo de paz, por su obra titulada *Manual de paso de obstáculos.*—R. O. 9 junio 1911.—*D. O.* número 127.

C.n D. Agustín Alvarez Meiras. íd. íd. la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco, como comprendido en el caso 3.° del art. 19 del vigente Reglamento de recompensas en tiempo de paz, por el mérito de la Memoria que presentó dando cuenta de los trabajos realizados en la campaña de Melilla por la compañía de telégrafos del 3.er Regimiento mixto de dicho Cuerpo.—R. O. 21 junio de 1911.—*D. O.* núm. 136.

C.n D. Emilio Herrera Linares, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco y pasador de Industria militar, por haber prestado sus servicios durante más de cuatro años en la compañía de Aerostación y en las tropas afectas al servicio de Aerostación y alumbrado en campaña.—R. O. 23 junio de 1911.—*D. O.* núm. 138.

1.er T.e D. Sixto Pou Portes, íd. íd. la cruz de íd. íd. con íd. íd, por haber cumplido el plazo de cuatro años en las tropas afectas al servicio de Aerostación y alumbrado en campaña.—Id.—Id.

C.n D. Antonio Gordejuela Causilla, íd. íd. la cruz de íd. íd. con íd. íd., por haber cumplido un segundo plazo de cuatro años

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	en las tropas afectas al servicio de Aerostación y alumbrado en campaña.—R. O. 23 junio.—*D. O.* núm. 138.
T. C.	D. José de Soroa y Fernández de la Somera, íd. íd. la cruz de 2.ª clase de íd. íd. pensionada, como comprendido en el artículo 23 del vigente Reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 30 junio de 1911.—*D. O.* núm. 143.
	Destinos.
C.ⁱ	Sr. D. Juan Topete y de Arrieta, se le nombra vocal de la Junta que ha de examinar y calificar los trabajos efectuados en esta corte por los oficiales del Ejército aspirantes á ingreso en la Escuela Superior de guerra.—R. O. 8 junio de 1911.—*D. O.* núm. 126.
C.ⁱ	Sr. D. Francisco Gimeno Ballesteros, á situación de excedente en la 1.ª Región, continuando en comisión desempeñando el cargo de Jefe de estudios de la Academia.—R. O. 9 junio 1911.—*D. O.* núm. 127.
C.ᵉ	D. Pedro Sánchez Ocaña y León, del 6.º Regimiento mixto á Ayudante de campo del Excelentísimo señor Ministro de la Guerra.—R. O. 13 junio de 1911.—*D. O.* núm. 128.
C.ⁿ	D. Bernardo Cabañas y Chavarría, del 3.ᵉʳ Depósito de reserva al Estado Mayor Central, —R. O. 12 junio de 1911.—Id.
C.ᵉ	D. José Alvarez Campana y Castillo. de las tropas afectas al servicio de Aerostación y alumbrado en campaña. á profesor de la Academia.—R. O. 14 junio de 1911.—*D. O.* número 130.
C.ᵉ	D. Cesáreo Tiestos y Clemente, de la Comandancia de Bilbao á la Comandancia General de la 5.ª Región.—R. O. 20 junio 1911.—*D. O.* núm. 134.
C.ᵉ	D. Ricardo Martínez Unciti, ascendido, del 6.º Regimiento mixto, al mismo.—Id.—Id.
C.ᵉ	D. Salvador Salvadó y Brú, de reemplazo en la 4.ª Región á las tropas afectas al servicio de Aerostación y alumbrado en campaña.—R. O. 20 junio. —*D. O.* núm. 134.
C.ᵉ	D. José Briz y López, de reemplazo en la 1.ª Región á la Comandancia de Bilbao.—Id. —Id.
C.ᵉ	D. Manuel Rubio y Vicente, de reemplazo en la 3.ª Región, al 6.º Regimiento mixto.—Id. —Id.
C.ⁿ	D. Manuel de la Calzada Bayo, ascendido, del 3.ᵉʳ Regimiento mixto, al mismo.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. Elisardo Azpiazu y Menchaca, ascendido, de reemplazo por enfermo en la 6.ª Región, continúa en igual situación.—Id.—Id.
C.ⁿ	D. José Arancibia y Lebario, ascendido, del 5.º Regimiento mixto, al 6.º—Id.—Id.
C.ⁿ	D. Emilio Juan López. de reemplazo en la 3.ª Región al tercer Depósito de reserva.—Id. —Id.
C.ⁿ	D. José de Acosta y Tovar. del 3.ᵉʳ Regimiento mixto y en comisión en la estación radiotelegráfica de Almería, al 6.º Regimiento mixto continuando en comisión en la citada estación radiotelegráfica.—Id.—Id.
T. C.	D. José Maestre y Conca, se le nombra Jefe de estudios de la Academia del Cuerpo.—R. O. 22 junio de 1911.—*D. O.* número 136.
T. C.	D. Guillermo Lleó y de Moy, ascendido, de la Comandancia general de la 5.ª Región, á Jefe del detall de la Academia del Cuerpo.—Id.—Id.
	Reemplazo.
C.ᵉ	D. Leandro Lorenzo Montalvo, pasa á dicha situación con residencia en la 7.ª Región.—R. O. 8 junio de 1911.—*D. O.* núm. 126.
	Supernumerarios.
C.ⁱ	Sr. D. Carlos de las Heras y Crespo, pasa á dicha situación quedando adscripto á la Sub-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

inspección de la 1.ª Región.—R. O. 7 junio de 1911.—*D. O.* núm. 124.

Comisiones.

C.l Sr. D. Ramón Fort y Medina, se le designa para formar parte de la comisión mixta que ha de efectuar la confrontación del proyecto del ferrocarril secundario de Inca á Pollensa, Alcudia y Puebla con sus puertos.—R. O. 24 junio 1911.

T. C. D. Francisco Díaz Domenech, se dispone estudie un ferrocarril de Nador á Zeluán en unión de un ingeniero civil.—R. O. 19 junio 1911.

C.n D. Carlos Requena y Martínez, se le conceden seis meses de prórroga á la comisión que desempeña en Rusia.—R. O. 13 junio 1911.

Licencias.

1.er T.e D. Juan Patero d'Etchecopar, se le conceden dos meses de licencia por enfermo para Madrid y Cádiz.—Orden del Capitán General de Baleares, 7 junio de 1911.

C.n D. Victoriano Barranco Gauna, dos meses de licencia por enfermo para Santa Cruz de Campen, Vitoria (Alava).—Orden del Capitán General de la 1.ª Región, 9 junio 1911.

T. C. D. Alejandro Rodríguez Borlado y Alvarez, se le concede un mes por enfermo para las Caldas (Oviedo) y Manzanares (Ciudad-Real). — Orden del Capitán General de Melilla, 12 junio 1911.

Matrimonios.

C.n D. José Bengoa Cuevas, se le concede autorización para contraerlo con Doña Cesárea Rodríguez Garrido.—R. O. 16 junio de 1911.—*D. O.* número 131.

1.er T.e D. Arsenio Jiménez Montero, íd. íd, con D.ª Amelia Sabio Dutoit. — R. O. 16 junio de 1911.—*D. O.* núm. 132.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

1.er T.e D. Enrique Alvarez Martínez, íd. íd. con D.ª María de la Concepción Más y Guasp.—R. O. 16 junio de 1911.—*D. O.* núm. 133.

C.n D. Antonio Moreno Zubía, íd. íd. con D.ª María de la Aurora Saavedra de la Peña y Rojo.—R. O. 22 junio de 1911.—*D. O*, núm. 137.

ESCALA DE RESERVA

Ascensos.

A 2os Tenientes.

(Por haber sido aprobados en el examen definitivo y ser los más antiguos de la escala.)

Sarg. D. Juan Felipe Armendáriz.—R. O. 28 junio de 1911.—*D. O.* núm. 141.

Sarg. D. Francisco Mesonero Sánchez.—Id.—Id.

Sarg. D. Matías Ureña Parrilla.—Id.—Id.

Sarg. D. Basilio Almería Sancho.—Id.—Id.

Sarg. D. José Carreras Faz.—Id.—Id.

Sarg. D. Eugenio Bravo García.—Id.—Id.

Sarg. D. Emeterio Rodrigálvarez Megino.—Id.—Id.

Sarg. D. Manuel González Mota.—Id.—Id.

Sarg. D. Valentín Ortiz López.—Id.—Id.

Sarg. D. Julio Romón Pedrera.—Id.—Id.

Sarg. D. Manuel Blanco Gracia.—Id.—Id.

Sarg. D. Joaquín Alvarez Fernández.—Id.—Id.

Sarg. D. Justo García López.—Id.—Id.

Sarg. D. Miguel Franco Marín.—Id.—Id.

Sarg. Félix Rodrigo Echemaite.—Id.—Id.

Cruces.

2.º T.e D. Urbano Montesinos Carrero, se le concede permuta de una cruz de plata del Mérito Militar con distintivo rojo que posee, por otra de 1.ª clase de igual orden y distintivo.—

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

R. O. 14 junio de 1911.—*D. O.* núm. 131.

Destinos.

1.er T.e D. Isidoro Jiménez Sánchez, del 1.er Regimiento mixto á situación de reserva, afecto al 7.º Depósito.—R. O. 30 junio de 1911.—*D. O.* núm. 142.

2.º T.e D. Valentín de Santiago Fuentes, de la Compañía de Zapadores de Tenerife, á situación de reserva, afecto á la Comandancia de Tenerife.—Id.—Id.

2.º T.e D. Marcelo Ayuso Díez, del 6.º Regimiento mixto y en comisión en el 2.º, al 2.º Regimiento mixto.—Id.—Id.

2.º T.e D. Julián Puertas y López, del 5.º Regimiento mixto, á situación de reserva, afecto al 6.º Depósito.—Id.—Id.

2.º T.e D. Ricardo Guerrero Mateos, en situación de reserva, afecto á la Comandancia de Gran Canaria, á la compañía de Zapadores de Tenerife.—Id.—Id.

2.º T.e D. Juan Felipe Armendariz, ascendido, del 1.er Regimiento mixto, al mismo.—Id.—Id.

2.º T.e D. Francisco Mesonero Sánchez, ascendido, del 3.er Regimiento mixto, á situación de reserva, afecto al 2.º Depósito.—Id.—Id.

2.º T.e Matías Ureña Parrilla, ascendido, del 2.º Regimiento mixto, á situación de reserva, afecto al 1.er Depósito.—Id.—Id.

2.º T.e D. Basilio Almería Sancho, ascendido, del 1.er Regimiento mixto, á situación de reserva, afecto al 7.º Depósito.—Id.—Id.

2.º T.e D. José Carreras Far, ascendido, de la compañía de Telégrafos de la Comandancia de Menorca, á situación de reserva, afecto á la Comandancia de Menorca.—Id.—Id.

2.º T.e D. Eugenio Bravo García, ascendido, del 2.º Regimiento mixto, al 6.º y en comisión al 2.º—Id.—Id.

2.º T.e D. Emeterio Rodrigálvarez Megino, ascendido, del 4.º Regimiento mixto, á situación de reserva, afecto al 4.º Depósito.—R. O. 30 junio.—*D. O.* núm. 142.

2.º T.e D. Manuel González Mota, ascendido, del 7.º Regimiento mixto, al mismo.—Id.—Id.

2.º T.e D. Valentín Ortiz López, ascendido, de la compañía de Zapadores de la Comandancia de Tenerife, á situación de reserva, afecto á la Comandancia de Tenerife.—Id.—Id.

2.º T.e D. Julio Romón Pedrera, ascendido, del 4.º Regimiento mixto, á situación de reserva, afecto al 4.º Depósito.—Id.—Id.

2.º T.e D. Manuel Blanco Gracia, ascandido, del Batallón de Ferrocarriles, á situación de reserva, afecto al 1.er Depósito.—Id.—Id.

2.º T.e D. Joaquín Alvarez Fernández, ascendido, del 3.er Regimiento mixto, á situación de reserva, afecto al 2.º Depósito.—Id.—Id.

2.º T.e D. Justo García López, ascendido, del 7.º Depósito de reserva, al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.

2.º T.e D. Miguel Franco Marín, ascendido, del 1.er Regimiento mixto, á situación de reserva, afecto al 2.º Depósito.—Id.—Id.

2.º T.e D. Félix Rodrigo Echemaite, ascendido, de la Brigada topográfica, al 5.º Regimiento mixto y en comisión á la Brigada topográfica.—Id.—Id.

PERSONAL DEL MATERIAL

Ascensos.

A Oficial Celador de 1.ª clase.

con 3.900 pesetas.

O. C. 1.ª D. Faustino Fernández de Mendoza.—R. O. 9 junio de 1911.—*D. O.* núm. 127.

A oficial celador de 1.ª clase.

O. C. 2.ª D. José Saltó y Casanovas.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Destinos.
C. del M.	D. Andrés García Sevilla, de la Comandancia de Algeciras á la de Ceuta, en comisión.—R. O. 9 junio de 1911.—*D. O.* núm. 127.
C. del M.	D. Francisco Bono Mestre, del 6.º Regimiento mixto, á la íd. íd.—Id.—Id.
C. del M.	D. Luis Sanz Morejón, de la Comandancia de Algeciras á la íd. íd.—Id.—Id.
C. de F. 1.ª	D. Faustino Fernández de Mendoza, ascendido, de la Comandancia de Valladolid á excedente en la 1.ª Región.—R. O. 17 junio de 1911.—*D. O.* núm. 132.
C. de F. 1.ª	D. José Saltó y Casanovas, ascendido, de la Comandancia de San Sebastian, con residencia en Vitoria, á la misma.—Id.—Id.
C. de F. 2.ª	D. Julián Portell y Torquellas, de la Comandancia de Ceuta, al 4.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
C. del M.	D. Francisco Alonso Montes, del 4.º Regimiento mixto, á la Comandancia de Ceuta y en comisión á la de Algeciras con residencia en la Línea.—R. O. 23 junio 1911.—*D. O.* núm. 138.
C. del M.	D. Arcadio Lucuig López, de excedente en la 2.ª Región, á la Comandancia de Valladolid y en comisión á íd íd.—Id.—Id.
C. del M.	D. Enrique Majá Sebastiá, de nuevo ingreso con el sueldo anual de 2.000 pesetas, á la Comandancia de Bilbao con residencia en Santoña.—R. O. 28 junio de 1911.—*D. O.* número 141.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
A.r de O.	D. Nicolás Alvarez y Olivá, se le concede el sueldo anual de 1.700 pesetas desde el 1.º de julio, por cumplir el 18 del corriente diez años como auxiliar de plantilla.—R. O. 9 junio de 1911.—*D. O.* número 127.

Donativo al Colegio de Santa Bárbara y San Fernando.

Los alumnos de la Academia de Artillería han hecho donación al Colegio de Huérfanos de Santa Bárbara y San Fernando, de la diferencia entre los pluses devengados y los gastos hechos durante la marcha que hicieron al Escorial, que asciende á novecientas noventa pesetas, las cuales han ingresado en la Caja de la Asociación.

Otro importante donativo ha tenido el Colegio, por venta del libro del Teniente Coronel D. Juan de Arzadun, traducido al inglés por el General J. C. Daltón titulado *Notes on the War in the Peninsula 1808-10*, admitido para prácticas de traducción de aquel idioma, por las Academias de Artillería é Ingenieros.

La de Artillería ha tomado 525 ejemplares y la Ingenieros 350 ó sea en total 875, que á dos pesetas cada uno representan un ingreso de 1.750 pesetas.

El Consejo de Administración nos ruega demos en su nombre las gracias á los donantes.

Resultado de los exámenes en el Colegio de Santa Bárbara y San Fernando.

Nos produce verdadera satisfación el resultado de los exámenes verificados en varios centros de enseñanza por los alumnos que reciben educación en el Colegio de huérfanos de Carabanchel y en el de las Escolapias.

Los estados adjuntos dan idea de la inmensa labor realizada por los profesores de esos establecimientos á los que felitamos.

RELACIÓN de los alumnos de este colegio examinados en el Instituto de San Isidro de las asignaturas que se expresan del Bachillerato y notas obtenidas.

NOMBRES	ASIGNATURAS	Notas obtenidas.
D. Pedro de la Pezuela Garcia..	Aritmética.....	Sobresaliente.
» Luis Pérez Lozano.....	Idem.....	Idem
» Andrés Criado Molina.....	Idem.....	Idem.
» Eduardo Navarro Chacón...	Idem.....	Aprobado.
» Fernando Salas Bonal.....	Nociones Arit.ª y Geometría.	Sobresaliente.
Idem íd. íd.	Historia de España.....	Sobresaliente.
Idem íd. íd.	Historia Universal.....	Notable.
Idem íd. íd.	Geografía de España.....	Notable.

NOMBRES	ASIGNATURAS	Notas obtenidas.
D. Antonio Manso Soblechero..	Nociones Arit.ª y Geometría.	Notable.
Idem íd. íd. ..	Historia de España.....	Sobresaliente.
Idem íd. íd. ..	Geografía de España.....	Aprobado.
D. Antonio Cisneros Abad.....	Gramática Castellana.....	Sobresaliente.
» Antonio Criado Molina.....	Nociones Arit.ª y Geometría.	Notable.
Idem íd. íd.	Historia de España.....	Notable.
Idem íd. íd.	Historia Universal.....	Aprobado.
D. Juan Maldonado Vázquez....	Nociones Arit.ª y Geometría.	Aprobado.
Idem íd. íd.	Historia de España.....	Notable.
Idem íd. íd.	Historia Universal.....	Aprobado.
D. Miguel Pardo de Atín.....	Nociones Arit.ª y Geometría.	Sobresaliente.
Idem íd. íd.	Historia Universal.....	Notable.
D. Luis Baquera Alvarez.....	Nociones Arit.ª y Geometría.	Notable.
Idem íd. íd.	Gramática Castellana.....	Notable.
D. Carlos Soler Madrid.....	Nociones Arit.ª y Geometría.	Notable.
Idem íd. íd.	Gramática Castellana.....	Sobresaliente.
D. José Baquera Alvarez.....	Nociones Arit.ª y Geometría.	Notable.
Idem íd. íd.	Gramática Castellana.....	Sobresaliente.
D. Antonio Jover Bedía.....	Nociones Arit.ª y Geometría.	Notable.
Idem íd. íd.	Gramática Castellana.....	Sobresaliente.
D. Julio Pardo de Atín.....	Nociones Arit.ª y Geometría.	Aprobado.
Idem íd. íd.....	Gramática Castellana.....	Notable.
D. Fernando Parallé Vicente...	Historia Universal.....	Aprobado.
» Francisco Urzáiz Guzmán...	Nociones Arit.ª y Geometría.	Notable.
D. Ovidio Rodriguez López.....	Examen de Instrucción Primaria para ingresar en los estndios generalesde Segunda enseñanza.....	Aprobado.
» Rafael Martínez Lozano....		
» Manuel Quint.ª Larracochea.		
» Luis Corbacho G. Paredes..		
» Andrés Criado Molina.....	Francés (primer curso).....	Sobresaliente.
Idem íd. íd.	Geometria.....	Idem.
D. Pedro de la Pezuela.....	Geometría.....	Sobresaliente.
Idem íd. íd.	Francés (primer curso).....	Idem.
D. Miguel Pardo de Atín.....	Aritmética.....	Sobresaliente.
Idem íd. íd.	Geometría.....	Idem.
D. Cárlos Salas Bonal.....	Francés (primer curso).....	Sobresaliente.
Idem íd. íd.....	Geometría.....	Idem.
D. Eduardo Navarro Chacón...	Geometría.....	Notable.
Idem íd. íd. ...	Francés (primer curso).....	Idem.
D. José Baquera Alvarez.....	Geografía Gral. y de Europa.	Sobresaliente.
» Luis Baquera Alvarez.....	Idem íd. íd.	Apobado.
» Luis Pérez Lozano.....	Geometría.....	Sobresaliente.
» Antonio Jover Bedia.....	Geografía Gral. y de Europa.	Aprobado.
» Carlos Soler y Madrid.....	Geografía Gral. y de Europa.	Notable.
» Fernando Parallé Vicente...	Dibujo (primer curso).....	Notable.
» Julio Pardo de Atín.....	Geografía Gral. y de Europa.	Notable.

NOMBRES	ASIGNATURAS	Notas obtenidas.
» Antonio Cisneros Abad.....	Geografía Gral. y de Europa.	Sobresaliente.
Idem íd. íd.	Geografía de España.....	Idem.
D. Francisco Urzáiz Guzmán...	Aritmética.....	Sobresaliente.
Idem íd. íd. ...	Geometría.....	Notable.
D. Fernando Parallé Vicente...	Francés (segundo curso)....	Aprobado.
Idem íd. íd. ...	Algebra y Trigonometría...	Notable.
Idem íd. íd. ...	Lengua Castellana: Prccep.ª	Aprobado.
D. Luis Pérez Lozano.....	Caligrafía.....	Aprobado.
Idem íd. íd.....	Algebra y Trigonometría...	Idem.
D. Carlos de Salas Bonal.....	Fracés (segundo curso).....	Sobresaliente.
» Antonio Jover Bedia.....	Caligrafía.....	Aprobado.
» Miguel Pardo de Atín.....	Idem.....	Idem.
» José Baquera Alvarez.....	Idem.....	Idem.
» Carlos Soler Madrid.....	Idem.....	Idem.
» Eduardo Navarro Chacón...	Idem.....	Idem.
» Luis Baquera Alvarez.....	Idem.....	Idem.
» Antonío Cisneros Abad.....	Idem.....	Idem.
» Francisco Urzáiz Guzmán...	Algebra y Trigonometría...	Idem.

Resultado obtenido en los exámenes verificados por las huérfanas de la Asociación de Santa Bárbara y San Fernando, que reciben educación en el Colegio de Escolapias de Carabanchel.

NOMBRES	ASIGNATURAS	Notas obtenidas.
Srita. María Larios.....	7.º año de piano.....	Sobresaliente.
» Pilar Pérez.....	4.º año de ídem.....	Sobresaliente.
Idem íd.	5.º año de ídem.....	Notable.
Srta. María Luisa Sierra.....	6.º año de ídem.....	Notable.
Idem íd.	4.º año de ídem.....	Sobresaliente.

Madrid 1.º de Julio de 1111.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de julio de 1911.*

CARGO	Pesetas.
Existencia en 30 de junio	47.710,35
Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	» »
Por el 2.º id. id.	91,90
Por el 3.er id. id.	99,50
Por el 4.º id. id.	74,85
Por el 5.º id. id.	98,80
Por el 6.º id. id.	69,15
Por el 7.º id. id.	81,20
Por el Regim. de Pontoneros.	74,65
Por el Bon. de Ferrocarriles..	69,05
Por la Brigada Topográfica...	» »
Por la Academia del Cuerpo..	196,10
En Madrid.....	684,65
Por la Deleg.n de la 2.a Reg.n	145,75
Por la id. de la 3.a id.	117,80
Por la id. de la 4.a id.	124,35
Por la id. de la 5.a id.	97,95
Por la id. de la 6.a id.	94,20
Por la id. de la 7.a id.	68,00
Por la id. de la 8.a id.	65,75
Por la id. de Ceuta.....	» »
Por la id. de Melilla.....	61,60
Por la Com.a de Mallorca....	» »
Por la id. de Menorca....	46,05
Por la id. de Tenerife.....	41,10
Por la id. de Gran Canar.a	28,05
Suma el cargo.....	50.140,80

DATA	
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	115,00
Suma la data.....	115,00

RESUMEN	
Importa el cargo.....	50.140,80
Idem la data.....	115,00
Existencia en el día de la fecha	50.025,80

DETALLE DE LA EXISTENCIA	
En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 (35.000 pesetas nominales) depositados en el Banco de España, por su valor en compra.....	35.577,50
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	14.448,30
Total igual.....	50.025,80

Nota. Durante el presente mes no ha habido alteración en el número de socios, existiendo, por tanto, los 699 que figuraron en el balance de junio último.

Madrid, 31 de julio de 1911.=El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.º B.º=El General Presidente, P. A., RAFAEL MORENO.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de julio de 1911.*

CARGO	Pesetas.
Existencia en metálico en 30 de junio último	25.830,69
Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto	» »
Por el 2.º id. id.	200,40
Por el 3.er id. id.	205,00
Por el 4.º id. id.	174,60
Por el 5.º id. id.	186,60
Por el 6.º id. id.	» »
Por el 7.º id. id.	170,70
Por el Regim. de Pontoneros	149,60
Por el Bon. de Ferrocarriles	147,05
Por la Brigada Topográfica	» »
Por la Academia del Cuerpo	368,70
En Madrid	909,50
Por la Comandancia General de la 2.ª Región	288,95
Por la id. de la 3.ª id.	188,40
Por la id. de la 4.ª id.	196,40
Por la id. de la 5.ª id.	161,00
Por la id. de la 6.ª id.	188,40
Por la id. de la 7.ª id.	115,80
Por la id. de Melilla	128,10
Por la Comandancia principal de la 8.ª Región	167,50
Por la id. de Mallorca	103,30
Por la Com.ª de Menorca	105,55
Por la id. de Tenerife	81,90
Por la id de Gran Canaria	65,90
Por la Comandancia de Ceuta	» »
Suma el cargo	30.134,04

DATA	Pesetas.
Importa la carpeta de gastos realizados en el presente mes	82,50
Suma la data	82,50

RESUMEN

Importa el cargo	30.134,04
Idem la data	82,50
Existencia en el día de la fecha	30.051,54

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España en cuenta corriente	28.000,00
En la Tesorería de la Comisión	2.051,54
Total igual	30.051,54

Madrid 31 de julio de 1911. = El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El teniente coronel, contador, ANTONIO MAYANDÍA. = V.º B.º El General presidente, P. A., B. DE URQUIZA.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE JULIO DE 1911

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA ACTIVA

Ascensos.

A Coronel.

T. C. D. Bernardo Cernuda y Bauzá.—R. O. 3 julio de 1911.—*D. O.* núm. 144.

A Teniente Coronel.

C.e D. Anselmo Sánchez Tirado y Rubio.—Id.—Id.

A Comandante.

C.n D. Manuel Alvarez Campana y Alvarez.—Id.—Id.

A Capitán.

1.er T.e D. Ramón Abenia González.—Id.—Id.

A 1.os Tenientes.

(Por haber terminado con aprovechamiento el plan de estudios.)

2.º T.e A. D. José Rodríguez Navarro y de Fuentes.—R. O. 11 julio de 1911.—*D. O.* núm. 151.
» D. Manuel Escolano Llorca.—Id.—Id.
» D. Adrián Margarit Durán.—Id.—Id.
» D. Vicente Blasco Cirera.—Id.—Id.
» D. Vicente Camacho Cánovas.—Id.—Id.
» D. José Fernández Lerena.—Id.—Id.
» D. Félix Arenas Gaspar.—Id.—Id.
» D. Joaquín Serra Astraín.—Id.—Id.
» D. Andrés Más Debertrand.—Id.—Id.
» D. Santiago Noreña Echeverría.—Id.—Id.
» D. Ramón Sancho Jordá.—Id.—Id.
» D. Ignacio Noguer Ariza.—Id.—Id.
» D. Francisco Díaz Iboleón.—Id.—Id.
2.º T.e A. D. José de las Rivas Amorena. R. O. 11 julio de 1911.—*D. O.* núm. 151.
» D. Pedro Reixa Puig.—Id.—Id.
» D. José Lafita Jecebek.—Id.—Id.
» D. León Lizaur Lacave.—Id.—Id.
» D. Manuel Mendicuti Palou.—Id.—Id.
» D. Francisco Oliver Riedel.—Id.—Id.
» D. Rodrigo de la Iglesia y de Varo.—Id.—Id.

Cruces.

C.n D. José García Benítez, se le concede la cruz de la Real y Militar orden de San Hermenegildo, con la antigüedad del 21 de agosto de 1909.—R. O. 12 julio de 1911.—*D. O.* número 153.

Recompensas.

1.er T.e D. Miguel Ripoll Carbonell, se le concede Mención honorífica, como comprendido en el artículo 16 del vigente reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 31 julio de 1911.—*D. O.* núm. 168.

Destinos.

C.n D. Rogelio Ruiz Capillas y Rodríguez, de supernumerario, sin sueldo, en la primera Región á Profesor de la Academia del Cuerpo.—R. O. 1.º julio de 1911.—*D. O.* núm. 144.

C.e D. Manuel Alvarez Campana y Alvarez, ascendido, del Estado Mayor Central á ayudante de órdenes del General de brigada D. Federico Madariaga, secretario del Consejo Supremo de Guerra y Marina.—R. O. 4 julio de 1911.—*D. O.* número 145.

T. C. D. Anselmo Sánchez Tirado y

Empleos en el Cuerpo.	Nombres motivos y fechas.
	Rubio, se dispone continúe prestando sus servicios en comisión en la Academia del Cuerpo.—R. O. 11 julio de 1911.—*D. O.* núm. 151.
1.er T.e	D. Joaquín Lahuerta y López, del Regimiento de Pontoneros, se le nombra alumno de la Escuela Superior de Guerra.—R. O. 12 julio de 1911.—*D. O.* núm. 153.
1.er T.e	D. Juan Reig Valerino, del íd. íd. íd. íd.—Id.—Id.
C.n	D. Manuel Hernández Alcalde, se dispone cese en el cargo de ayudante de campo del General Franch, Director general de Cría Caballar y Remonta.—R. O. 15 julio de 1911.—*D. O.* núm. 155.
C.l	Sr. D. Alvaro de la Maza y Agar, de la Comandancia de Menorca á excedente en la primera Región.—R. O. 15 julio de 1911.—*D. O.* núm. 155.
T. C.	D. José Portillo y Bruzón, de la Comandancia de Algeciras, al tercer Regimiento mixto.—Id.—Id.
T. C.	D. Anselmo Sánchez-Tirado y Rubio, ascendido, de la Academia del Cuerpo, á la Comandancia de Algeciras.—Id.—Id.
C.n	D. Manuel Hernández Alcalde, de excedente en la primera Región, al Centro Electrotécnico y de Comunicaciones.—Id.—Id.
C.n	D. Ramón Abenia González, ascendido, del 7.° Regimiento mixto, á excedente en la tercera Región.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Rodríguez Navarro y de Fuentes, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Manuel Escolano Llorca, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al 5.° Regimiento mixto.—Id.—Id
1.er T.e	D. Adrián Margarit Durán, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al 4.° Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.	D. Vicente Blasco Cirera, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al 4.° Regimiento mixto. R. O. 15 julio de 1911.—*D. O.* núm. 155.
1.er T.e	D. Vicente Camacho Cánovas, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al 6.° Regimiento mixto y en comisión al Centro Electrotécnico y de Comunicaciones.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Fernández Lerena, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al 3.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Félix Arenas Gaspar, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al Regimiento de Pontoneros y en comisión á las tropas afectas al servicio de Aerostación y Alumbrado en campaña.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Joaquín Serra Astraín, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Andrés Más Desbertrand, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al Regimiento de Pontoneros.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Santiago Noreña Echeverría, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Ramón Sancho Jordá, ascendo, de la Academia del Cuerpo, al Regimiento de Pontoneros.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Ignacio Noguer Ariza, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al 3.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Francisco Díaz Iboleon, ascendido, de la Academia del Cuerpo, á la compañía de Zapadores de la Comandancia de Melilla.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José de las Rivas y Amorena, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al 5.° Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Pedro Reixa Puig, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al 4.° Regimiento mixto y en comisión á las tropas afectas al servicio de Aerostación y Alumbrado en campaña.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Lafita Jecebek, ascendi-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	do, de la Academia del Cuerpo, al Regimiento de Pontoneros.—R. O. 15 julio de 1911. —*D. O.* núm. 155.
1.er T.e	D. León Lizaur Lacave, ascendido, de la Academia del Cuerpo, á la Brigada Topográfica. —Id.—Id.
1.er T.e	D. Manuel Mendicuti Palou, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al Regimiento de Pontoneros.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Francisco Oliver Riedel, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al 7.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Rodrigo de la Iglesia y de Varo, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al 7.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. José Samaniego y Gonzálo, de supernumerario, sin sueldo, en la primera Región, se le nombra ayudante de campo del General Franch, Director general de Cría Caballar y Remonta.—R. O. 18 julio de 1911.—*D. O.* núm. 158.
C.l	Sr. D. Bernardo Cernuda y Bauzá, ascendido, del 3.er Regimiento mixto de Ingenieros, á la Comandancia de Menorca.—R. O. 23 julio de 1911.—*D. O.* núm. 162.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
T. C.	D. José Maestre Conca, se le concede la gratificación anual de 1.500 pesetas por profesodo.—R. O. 4 julio de 1911.—*D. O.* núm. 146.
T. C.	D. Guillermo Lleó y de Moy, íd. íd. la íd. de 600 pesetas anuales por íd.—R. O. 18 julio de 1911.—*D. O.* núm. 158.
	Reemplazo.
C.n	D. Guillermo Ortega y Agulla, pasa á dicha situación con residencia en la primera región. —R. O. 18 julio de 1911. *D. O.* núm. 157.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Licencias.
C.e	D. Gumersindo Alonso y Mazo, se le concede una de dos meses por enfermo, para Ollaurí (Logroño), Cestona (Guipúzcoa), Escorial (Madrid) é inmediaciones de Guadarrama.—R. O. 4 julio de 1911.—*D. O.* núm. 145.
T. C.	D. José Soroa y Fernández de la Somera, ídem íd., por ídem para Escorial (Madrid) y Cestona (Guipúzcoa).—R. O. 7 julio de 1911.—*D. O.* número 148.
C.n	D. Juan Gómez Jiménez, ídem íd., por asuntos propios, para Francia, Suiza é Italia.- R. O. 12 julio de 1911.—*D. O.* número 152.
C.l	Sr. D. Juan de Pagés y Millán, ídem íd., por ídem, para Francia y Suiza.—R. O. 26 julio de 1911.—*D. O.* núm. 163.
C.e	D. Jacobo Arias Sanjurjo, ídem ídem, por ídem, para Pantón (Lugo).—Orden del Capitán General de la octava región, 10 julio de 1911.
C.n	D. Enrique Santos Guillén, ídem ídem, por ídem, para Madrid y Granada.—Orden del Capitán General de la segunda región, 8 julio de 1911.
	Comisiones.
C.n	D. Emilio Juan y López, se dispuso forme parte, sin perjuicio de su actual cometido, de la Comisión militar de estudio de vías férreas de la tercera región, en reemplazo del de igual empleo y Cuerpo don Bernardo Cabañas Chavarría. R. O. 14 julio de 1911.—*D. O.* número 155.
C.n	D. Francisco Martínez Maldonado, una mixta para elección de emplazamiento de caseta de amarre de cable submarino en Málaga.—R. O. 3 Julio de 1911.
C.l	Sr. D. Juan Montero y Montero, otra mixta para elección de emplazamiento de casetas de amarre de cables submari-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	nos en Chafarinas y Cabo de Agua.—R. O. 3 julio de 1911.
C.[1]	Sr. D. Ramón Fort y Medina, otra ídem para idem de íd. ídem en las islas Cabrera y Formentera.—R. O. 3 julio de 1911.
1.er T.[e]	D. Joaqnín Fuster Rosiñol, otra mixta para entender en el ferrocarril de Palma á Soller.—R. O. 15 julio de 1911.
T. C.	D. José Castañón y Valdés, otra ídem para estudio de las obras que tratan de ejecutarse en los puertos de Villagarcía, Villanueva de Arosa y Grove.—R. O. 21 julio de 1911.
C.[e]	D. Bonifacio Menéndez Conde y Riego, otra ídem íd. para estudio del ferrocarril estratégico de Villagarcía al ferrocarril de Pontevedra á Sarria.—R. O. 21 julio de 1911.
C.[n]	D. Mariano Lasala Llanas, otra ídem íd. para estudio del trozo que partiendo de Arqués termina en la parte final de la carretera de Huesca á la estación férrea de Sabiñanigo.—R. O. 26 julio de 1911.
C.[1]	Sr. D. Antonio Los Arcos y Miranda, otra ídem para estudio de prolongación del ferrocarril de Irún á Endarlaza, por Vera y Santisteban á Elizondo.—R. O. 11 julio de 1911.
	Residencia.
C.[1]	Sr. D. Alvaro de la Maza, traslada su residencia como excedente á Vigo (Pontevedra).—R. O. 2 julio de 1911.
C.[n]	D. Fernando Balseyro Flores, íd. íd. á San Sebastián.—Id.—Id.
	Matrimonios.
C.[n]	D. Andrés Fernández Mulero, se le concede autorización para contraerlo con D.[a] María de los Dolores Pérez del Postigo y Mañas.—R. O. 1.° julio de 1911.—*D. O.* núm. 144.
C.[n]	D. Francisco Bellosillo y Pérez, íd. íd. con D.[a] María del Pilar García Verdo.—R. O. 20 julio de 1911.—*D. O.* número 160.
	ESCALA DE RESERVA
	Cruces.
C.[n]	D. Valentín Alonso Montero, se le conceda la cruz de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad del 25 de noviembre de 1909.—R. O. 12 julio de 1911.—*D. O.* núm. 153.
1.er T.[e]	D. Enrique Antón Mariño, íd. íd., con la íd. del 11 de diciembre de 1910.—Id. íd.
1.er T.[e]	D. Isidoro Jiménez Sánchez, íd íd., con la íd del 1.° de febrero de 1911.—Id. íd.
1.er T.[e]	D. Francisco Sánchez Méndez, íd. íd., con la íd, del íd.—R. O. 28 julio de 1911.—*D. O.* núm. 166.
	Matrimonios.
2.° T.[e]	D. Antonio Sánchez Burgos, se le concede autorización para contraerlo con D.[a] Trinidad Garay Meseguer.—R. O. 13 julio de 1911.—*D. O.* núm. 154.
2.° T.[e]	D. Manuel Blanco Gracia, íd. íd. con D.[a] Vicenta Mojón García.—R. O. 24 julio de 1911.—*D. O.* núm. 162.
	Destinos.
2.° T.[e]	D. José Navarro Capdevila, ascendido, á la compañía de telégrafos de la Comandancia de Tenerife.—R. O 31 julio de 1911.—*D. O.* núm. 168.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Ascensos.
	(A dibujantes con el sueldo anual de 1 250 pesetas por haber probado su aptitud en los exámenes verificados y figurar en primer lugar).
	D. Felipe Magraner Lázaro.—Orden del 28 julio de 1911.—*D. O.* número 166.
	D. Rafael Quetglas Quetglas.—Id.—Id
	D. Rafael Rosselló Catany.—Id.—Id.
	D. Joaquín Pérez Peregrín.—Id.—Id.
	D. Fernando Vega Ochoa.—Id.—Id.
	D. Juan de Dios Ocón Martínez.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Destinos.
D. del M. D.	Felipe Magraner Lázaro, á situación de excedente sin sueldo.—Orden del 28 julio de 1911.—*D. O.* número 166.
D. del M. D.	Rafael Quetglas Quetglas, á la Comandancia de Mallorca.—Id.—Id.
D. del M. D.	Rafael Rosselló Catany, á la Comandancia de Algeciras.—Id.—Id.
D. del M. D.	Joaquín Pérez Peregrín, á la Comandancia exenta de Buenavista.—Id.—Id.
D. del M. D.	Fernando Vega Ochoa, á la Comandancia del Ferrol.—Id.—Id.
D. del M. D.	Juan de Dios Ocón Martínez, á la Comandancia de Córdoba.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C. del M.	D. Francisco Núñez Santana, se le concede el sueldo anual de 1.700 pesetas desde 1.º de agosto próximo, por haber cumplido el 6 del actual diez años como auxiliar de plantilla.—R. O. 13 julio de 1911.—*D. O.* núm. 154.
	Reemplazo.
M. de O.	D. Eduardo Fumadó Ballesté, pasa á dicha situación con residencia en Bujalance (Córdoba).—R. O. 6 julio de 1911.—*D. O.* núm. 148.

Asociación del Colegio de Santa Bárbara y San Fernando

Tesorería del Consejo de Administracción.

BALANCE de Caja correspondiente al mes de la fecha.

DEBE

	Pesetas
Existencia anterior	87.070,30
Cuotas de Cuerpos y de Socios del mes de julio	8.657,05
Importe de 350 ejemplares de la obra del Teniente Coronel Sr. Arzadum.	700,00
Abonado de más por la 6.ª Región de Ingenieros y Comandancia del Ferrol (Artillería)	2,50
Recibido por el Colegio de la Administración militar (consignación de julio)	4.322,40
Honorarios de alumnos internos (15 días julio)	62,50
Entregado por las M. M. Escolapias, importe de prendas no usadas de una huérfana	23,00
Entregado por la Asociación al Colegio	1.000,00
Pensiones de dote acreditadas en julio	1.451,50
Cesión á favor de la Asociación del importe de impresos de la Benéfica por D. Eduardo Arias	10,00
Por el importe de la cartilla é intereses de la huérfana fallecida Doña Leopoldina Jofre	2.216,31
Suma	105.515,56

HABER

Socios bajas	3,50
Gastos de material de Secretaría	264,41
Pensiones satisfechas á huérfanos	1.576,00
Idem de dote acreditadas	1.451,50
Gastado por el Colegio en julio	5.677,51
Sale el recibo de lo entregado al Colegio por haberse hecho cargo en cuentas de julio	1.000,00
Sale el recibo y libreta de la liquidación de dote de la huérfana Doña Joaquina Planas á su mayor edad	3.801,00
Sale libreta de la huérfana fallecida D.ª Leopoldina Jofre	2.086,00
Existencia en Caja, según arqueo	89.655,64
Suma	105.515,56

DETALLE DE LA EXISTENCIA EN CAJA

En metálico en Caja	8.568,68
En íd. en la Caja del Colegio	1.808,36
En c/c en el Banco de España	4.683.65
En cargos pendientes de cobro	2.921,20
En pensiones giradas y pendientes de cobro	3.141,50
En papel del Estado depositado en el Banco de España (37.500 pesetas nominales en títulos del 4 por 100 interior)	31.012,25
En la Caja de Ahorros	37.520,00
Suma	89.655,64

NÚMERO DE SOCIOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA

	Capitanes Generales.....	Generales de División.....	Generales de Brigada.....	Coroneles.....	Tenientes Coroneles.....	Comandantes.	Capitanes.....	Tenientes.....	TOTAL.....
Existencia en 15 de julio de 1911..	1	6	29	124	196	306	720	450	1.832
Altas.....	»	»	»	2	1	3	5	70	81
Suma.....	1	6	29	126	197	309	725	520	1.913
Bajas.....	»	»	»	»	2	1	3	5	11
Quedan.....	1	6	29	126	195	308	722	515	1.902

NÚMERO DE HUÉRFANOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA Y SU CLASIFICACIÓN

	En el Colegio.	Por incorporar.....	En Academias militares.....	En carreras civiles.....	Con pensión..	Pensión de dote.....	Aspirantes...	TOTALES....
Varones.....	53	3	20	4	21	»	5	106
Hembras.....	24	5	»	»	37	31	10	107
TOTALES.....	77	8	20	4	53	31	15	213

Madrid 15 de agosto de 1911.

EL TENIENTE CORONEL TESORERO,
Luis Esparza.

V.º B.º
EL GENERAL VICEPRESIDENTE,
Benito de Urquiza.

BIBLIOTECA DEL MUSEO DE INGENIEROS

RESULTADO *del sorteo de Instrumentos correspondiente al 1.er semestre del año 1911, verificado el día 20 del mes de la fecha.*

Acciones que han entrado en suerte 176. No han sorteado las de los números 45, 109, 128, y 166 por hallarse vacantes, y las 7, 26, 52, 70, 71, 97, 136 y 171, por no haberse hecho efectivo su importe.

LOTES SORTEADOS Y NOMBRES DE LOS AGRACIADOS

N.º	NOMBRE DEL LOTE	Valor.	Acción agraciada	Dependencia ó nombre del socio.
1	Gemelos prismáticos Busch, 12 aumentos	195,00	132	D. Felipe Martínez Méndez
2	Idem íd., Negretti y Zambra, 8 íd.	175,00	135	D. Francisco López Mancisidor
3	Nivel Wagner, pequeño, de trípode reducido	155,00	2	Biblioteca de Ingenieros.
4	Estuche suizo	95,00	186	D. Jerónimo Robledo.
5	Planímetro Coradi	90,00	19	D. Antonio Sánchez-Cid.
6	Gemelos de campo, Busch, 10 aumentos	85,00	10	Depósito de planos é instrumentos.
7	Barómetro Barker	60,00	118	D. Mariano Ramis.
8	Termómetro máxima y mínima, Negretti y Zambra	60,00	163	D. Miguel López Rodríguez.
9	Estuche alemán	58,00	103	Comandancia de Gijón.
10	Cuenta pasos / Barómetro de pared	49,50	149	D. Enrique Mathé.
11	Brújula de bolsillo	36,00	184	D. Emilio Ostos Martín.
	TOTAL	1.058,50		

Madrid, 21 de julio de 1911.=El Capitán encargado, LEOPOLDO GIMÉNEZ.=V.º B.º—El Coronel Director, TOPETE.

ESTADO *de fondos del Sorteo de Instrumentos correspondiente al 1.er semestre de 1911.*

	Pesetas.
Sobrante del semestre anterior	9,05
Importe de 176 acciones del semestre, á 6 pesetas una	1.056,00
Suma	1.065,05
Importe de los lotes sorteados en el semestre	1.058,50

RESUMEN

Suma el cargo	1.065,05
Idem la data	1.058,50
Queda disponible para el semestre siguiente	6,55

Madrid, 21 de julio de 1911.=El Capitán encargado, LEOPOLDO GIMÉNEZ.=V.º B.º—El Coronel Director, TOPETE.

BIBLIOTECA DEL MUSEO DE INGENIEROS

RELACIÓN de las obras compradas y regaladas que se han recibido en la misma desde 1.º de Agosto de 1910 á fin de Mayo de 1911 y que no figuran en el Catálogo impreso.

OBRAS COMPRADAS

	Clasificación.
Schlomann: Dictionnaire technique illustré en six langues. Tomos 9 y 10. 1910, París. 2 vols. 706-996 páginas con figuras. 15 × 8.	A-p-7
Witz: Dernière évolution du moteur à gaz. Complément de la 4.e edition. 1910, París. 1 vol. 459 páginas con figuras. 21 × 13.....	G-h-2 G-b-9
Crespo: Apuntes históricos de la Real y Militar Orden de San Fernando. 1908, Madrid. 1 vol. 232 páginas con láminas. 17 × 10.....	B-f-5
Berthier: Le chauffage économique des appartements par l'eau chaude. 1910, París. 1 vol. 172 páginas con figuras. 16 × 9.	I-k-3
Villafañe: Tratado de análisis matemático. 2.ª-3.ª edición. 1904-1909, Madrid. 3 vols. 287-911 páginas con figuras. 16 × 10.....	C-c-1
Blondel et Paul-Bubois: La traction électrique. 1901, París. 2 volúmenes. 841-863 páginas, 1014 figuras. 18 × 11.	G-j-1 E-g-5
Normand: Principes et thèmes tactiques sur le service du Génie en campagne. 1910, París. 1 vol. 252 páginas con figuras. 16 × 9.....	B-t-2 B-l-1
Berghaus: Atlas der Geologie. 1892, Gotha. 1 vol. 7 páginas, 15 cartas. 33 × 19.....	F-c-1
Hanffstengel: Etude théorique et pratique sur le transport el la manutention mécaniques des matériaux et marchandises &. 1910-11, París 2 vols. 281-292 páginas, 414-445 figuras. 19 × 11. Traducida del alemán por Maurice Chavane.....	G-c-1 G-b-2
Espasa. (Editor): Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana. Tomo 9. s. a. Barcelona. 1591 páginas con láminas, figuras y cartas. 21 × 12.	A-a-1
González Simancas: Plazas de guerra y castillos medioevales de la frontera de Portugal. 1910, Madrid. 1 vol. 193 páginas con figuras 18 × 11.....	H-ñ-3 H-f-3 H-e-3
Fuertes: Alfonso de Quintanilla, Contador Mayor de los reyes católicos. 1909, Oviedo. 2 vols. 287-255 páginas con figuras. 19 × 12.....	J-i-3
Maurice et Harold: History of the war in South Africa 1899-1902. Tomo 4.º 1910, London. 2 vols. texto 767 páginas, atlas, 9 cartas. 16 × 12.	J-n-9
Montessus de Ballore: La science seismologique. 1907, París. 1 vol. 579 páginas 22 figuras y cartas. 19 × 11.....	F-e-2
Cuénot: La genèse des espèces animales. 1911, París. 1 vol. 496 páginas 123 figuras. 17 × 9.....	F-a-1
Revue de Métallurgie. Tomo 7.º 1910, París. 2 vols. 21 × 13.	G-f-1

	Clasificación.
Revue de Mécanique. Tomos 26 y 27. 1910. París. 2 vols. 23 × 14.....	G-c-1 G-a-4
Ruskin: Conférences sur l'Architecture et la Peinture. 1910, París. 1 vol. 200 páginas 20 láminas. 17 × 10. Traducida del inglés por Cammaerts.....	I-b-1 I-c-1
Daussat: L'éducation physique, son influence sur la santé du soldat. 1910, París. 1 vol. 128 páginas. 17 × 10.....	F-i-6 A-e-1 A-ñ-3
Dupuis et Lombard: Cours de dessin industriel. 1910, París. 3 volúmenes. 2 texto. 309 páginas con figuras y láminas, 1 atlas 32 láminas. 20 × 14.....	G-d-1 A-m-3
Balincourt: Les flottes de combat en 1911. 10.ª edición. 1911, París. 1 vol. 771 páginas, 375 figuras. 9 × 12.....	B-u-4
Chalon: Les explosifs modernes. 3.ª edición. 1911, París. 1 vol. 787 páginas. 217 figuras. 16 × 10.....	B-q-14 H-i-2
Martínez Alcubilla: Boletín Jurídico-Administrativo. Apéndice de 1910. 1910, Madrid. 1 vol. 1048 páginas. 20 × 13.....	A-i-2
Torner: Elementos de Mecánica racional. 1911, Madrid. 1 vol. 652 páginas con figuras. 16 × 9.....	C-j-1
Lorenz et Heinel: Machines frigorifiques. 1910, París. 1 vol. 424 páginas 314 figuras. 2.ª edición. 18 × 10. Traducida de la 4.ª edición alemana, por Petit et Jaquet.....	G-c-6
Fritsch: Fabrication du ciment. 1911, París. 1 vol. 503 páginas, 202 figuras, 3 láminas. 19 × 11.....	I-g-3
Faroux et Bernard: Aéro-manuel repertoire sportif, technique et commercial de l'Aéronautique, 1911. 1910, París. 1 vol. 504 páginas con figuras. 19 × 11.....	G-h-3
Rohne: La tactique de l'Artillerie de campagne. 1909, París. 1 volúmen 180 páginas con figuras. 16 × 9. Traducida por P. Marie.....	B-p-2
Schenck: Chimie physique des métaux. 1911 París. 1 vol. 231 páginas 116 figuras. 19 × 11. Traducida del alemán por H. Lallemand.	G-f-1
Ashmead-Bartlett: The passing of the Shereefian Empire. 1910. London. 1 vol. 532 páginas con láminas y cartas. 16 × 9.....	J-i-12 J-l-5
Paquet, Docquier et Montpellier: L'Electrotechnique, 1909-10, París. 2 vols. 328-584 páginas con figuras. 19 × 11.....	E-e-1
Clerc: Les reproductions photomécaniques monochromes. 1910, París, 1 vol. 396 páginas, 115 figuras. 14 × 8.....	A-m-8
Cordier: Chaudières et condenseurs. 1909, París. 1 vol. 475 páginas, 155 figuras. 14 × 8.....	G-b-6
Trutat: Les positifs en Photographie. 1910, París. 1 vol. 298 páginas con figuras. 14 × 8.....	A-m-6
Sainturat: Allumage électrique des moteurs. 1910, París. 2 vols. 379-326 páginas, 336 figuras. 14 × 8.....	E-e-2 G-b-9
Descombes: La défense forestière et pastorale. 1911, París. 1 vol. 410 páginas con láminas. 19 × 10.....	F-h-4
Petit: Le moteur. 1910 París, 1 vol. 3 3 páginas, 164 figuras. 14 × 8.	G-b-9 G-h-2 G-h-3
Torcy: Les espagnols au Maroc en 1909. 1910. París. 1 vol. 279 pági-	

Clasificación.

nas, 5 croquis, 1 carta y figuras. 17 × 10 ..... J-l-5

Rejto: Enquête sur la fatigue des métaux. 1910, París. 1 vol. 36 páginas con figuras. 17 × 9 ..... G-f-4

Wehrlin et Virlet: Reglement pour l'instruction spéciale des troupes du Génie dans la armée russe. Fortification de campagne. 1910, París. 1 vol. 272 páginas con figuras. 14 × 8. Traducida del ruso... B-t-1, B-s-4

Zafra: Construcciones de hormigón armado. Primera parte. Mecánica del hormigón armado. 1911, Madrid. 1 vol. 292 páginas con figuras y láminas. 17 × 10 ..... I-h-1, I-i-3

Le Merre: Ce que disent les japonais de leurs succés maritimes. Relation des opérations navales pendant la guerre russo-japonaise. s. a. París. Adq. 1911. 1 vol. 56 páginas. 15 × 9. Traducida del alemán B-u-8

Anuario militar de España 1911. 1911, Madrid. 1. vol. 21 × 12 ..... B-a-4

Meyer: Allemagne.—Instruction du 8 juin 1906 sur les travaux de fortification de campagne. 2.ª edición. 1906, París. 1 vol. 105 páginas con figuras. 16 × 9. Traducida del alemán H-d-3, B-t-2

Andrade: Le mouvement. Mesures de l'étendue et mesures du temps. 1911, París 1 vol. 328 páginas, 46 figuras. 17 × 9 ..... C-j-1, G-g-8

Flamme: Le matériel des chemins de fer à l'Exposition Universelle et Internationale de Bruxelles de 1910. 1911, París 1 vol. 111 páginas con figuras 26 × 19 ..... G-j-1, G-j-4, G-j-5, A-a-3

Engelen: La Mécanique à l'Exposition Universelle et Internationale de Bruxelles de 1910. 1911, París. 1 vol. 71 páginas con figuras. 26 × 19 ..... G-b-6, G-b-5, G-a-4, G-b-8, A-a-3

Breyre: Les mines à l'Exposition Internationale et Universelle de Bruxelles de 1910. 1911, París. 1 vol. 36 páginas con figuras. 26 × 19 ..... G-e-1, A-a-3

Marty-Lavauzelle: Les manœuvres de Picardie en 1910. 1910, París. 1 vol. 204 páginas, 1 carta y láminas 16 × 9 ..... B-k-3

Roubinovitch: Aliénés et anormaux. 1910, París. 1 vol. 320 páginas, 63 figuras. 16 × 9 ..... F-i-4

Normen für die Feldausrüstung der k. und k. Eisenbahn-Compagnien. 1894-96 Wien, 2 vols. Texto 897 páginas, 43 láminas. 15 × 8, Atlas, 74 láminas. 21 × 38 ..... B-t-5

Gregoretti: Fabrication des plaques de blindage par le procédé «Krupp». 1910, París. 1 vol. 27 páginas con figuras. 20 × 13. Traducida por Stein B-r-8, G-f-4

Annuario militare del regno d'Italia, anno 1911. volúmen 1.º 1911, Roma, 1 vol. 805 páginas. 18 × 13 ..... B-b-8

Etudes glaciologiques. Tirol Autrichien. Massifs des Grandes Rousses. 1909, Grenoble. 1 vol. 112 páginas con láminas y 1 carta. 21 × 13. I-n-3, F-e-3

Escard: L'arc électrique et ses applications. s. a. París. Adq. 1911. 1 vol. 30 páginas con figuras. 18 × 11 ..... E-g-4

Haack: Geographen-Kalender 1910. 1910, Gotha. 1 vol. 737 páginas, 16 cartas. 13 × 8 ..... J-f-4

Clasificación.

Bertaux: Real Junta del Centenario de los Sitios en 1808-1809. Zaragoza. Exposición retrospectiva de Arte, 1908. 1910, Zaragoza. 1 volúmen 358 páginas, 115 láminas. 23 × 16. En español-francés..... J-ñ-1 A-a-4

Montero y Aleixandre: Algebra. 3.ª edición, 1907-908, Málaga. 2 vols. 439-524 páginas con figuras, 1 lámina. 17 × 11..... C-c-1

Le livre du gradé d'Artillerie. 1910-11, París. 1 vol. 600 páginas con figuras. 16 × 8..... B-p-6

Laur: Tsoushima. 1909, París. 1 vol. 143 páginas, 4 láminas, 3 croquis. 17 × 10..... B-u-7

Vannier: L'automobile et l'armée. 1911, París, 1 vol. 420 páginas, 60 figuras, 3 croquis. 16 × 9..... H-k-2

Hamilton: Journal de route d'un officier d'Etat-Major pendant la guerre russo-japonaise. 1909, París. 2 vols. 322-350 páginas 15 carcartas y láminas. 17 × 9. Traducida del inglés por Verdet..... J-n-7

Bouyssou: Quatre conférences sur la tactique de combat. 1910, París. 1 vol. 135 páginas, 5 croquis. 15 × 9..... B-m-2

Tous: Puentes metálicos. 1909, Barcelona. 1 vol. 255 páginas con figuras. 21 × 13..... G-k-3

Veltzé; Veltzé's Internationaler Armee-Almanach 1910-11. 1911, Wien. 1 vol. 659 páginas con figuras. 15 × 9..... B-b-2

Alstine Crook: Tratado práctico de construcción moderna. 1911, Barcelona. 1 vol. 374 páginas con figuras. 17 × 11. Traducida de la tercera edición francesa por Vicente Va y Riva..... I-f-1

Kortz: Wien am anfang des XX Jahrhunderts. 1905-906. Wien 2 volúmenes 388-542 páginas con figuras y láminas. 22 × 15..... I-b-1

Soroa: Fortificación de campaña y permanente, puentes del momento, minas militares y castrametación. 7.ª edición. 1910, Madrid 1 volúmen, 474 páginas con figuras y láminas. 19 × 11..... H-f-2 H-d-6 H-d-3 H-i-2

Planat: Emploi du béton armé. s. a. París. Adq. 1911. 1 vol. 664 páginas con figuras. 19 × 11..... I-i-3

Gourlay: The construction of a house. 1910, London. 1 vol. 22 páginas, 40 láminas. 26 × 18..... I-d-1

Marzahn: Matières premières de la fabrication du caoutchouc, de la gutta-percha et des industries connexes. 1911, París. 1 vol. 358 páginas. 18 × 10. Traducida del alemán por Fritsch..... G-g-1

Champly: Gazogènes et moteurs à gaz pauvre à la portée de tous. 1911, París. 1 vol. 200 páginas con figuras. 18 × 10..... G-b-9

Joyau: Les grands philosophes. Epicure. 1910. París. 1 vol. 222 páginas. 22 × 14..... A-e-1 J-o-3

Espasa. (Editor): Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana. Tomo 10. s. a. Barcelona. Adq. 1911. 1 vol. 1367 páginas con figuras, láminas y mapas. 21 × 12..... A-a-1

Sidersky. Polarización y sacarimetria. 1908. Madrid. 1 vol. 167 páginas con figuras. 14 × 7. Traducida de la 2.ª edición francesa por Cristóbal de Reyna..... E-c-3 G-g-4

Hütte: Manuel de l'Ingénieur. 1911, París. 2 vols. 1322-935 páginas con figuras. 15 × 9. Traducida por L. Desmarest..... G-a-2

Eiffel: Mémoire présenté à l'appui du projet définitif du viaduc de

Clasificación.

Garabit. 1889, París. 2 vols. texto. 182 páginas con figuras. 19 × 11, at. 19 láminas. 29 × 20 ..... G-k-3

Annuaire officiel de l'armée française pour 1911. 1910, París. 1. vol. 1907 páginas. 18 × 11 ..... B-b-5

Marchis: Cours d'Aéronautique. 1910-11, París. 2 vol. 357-265 páginas con figuras. 21 × 17. En litografía G-h-3

Anuario del Comercio (Bailly-Bailliere) para 1911. 2. vols J-f-4

OBRAS REGALADAS

Ordóñez y Risquez: Cartilla del emigrante. 1910, Madrid. 1 volúmen. 138 páginas, 1 plano. 16 × 8. Por el autor A-j-2 A-g-4

Ruiz Benitez de Lugo: La condena condicional. s. a. Madrid. Adq. 1911. 1 vol. 103 páginas. 14 × 7. Por el autor A-i-2 B-f-4

Del Campo: Semilla de pino silvestre. s. a. Madrid. Adq. 1911. 1 volumen. 34 páginas. 17 × 10. Por el Instituto Central de experiencias técnico-forestales F-h-4

Servicio militar personal y obligatorio 1911, Madrid. 1 vol. 19 páginas. 16 × 9 ..... B-c-2

Aragonés: Glorias de la Marina. Magallanes. Estudio histórico-crítico del primer viaje de circunnavegación. 1910, Madrid. 1 vol. 30 páginas. 17 × 10. Por el autor J-d-1

Pineda: Lecciones de Algebra elemental ajustadas á las preguntas del programa para las carreras militares. 1910, Santander. 1 vol. 23 páginas. 10 × 10. Por el autor, Comandante de Ingenieros C-c-1

Pineda: Lecciones de Algebra elemental arregladas á las papeletas de examen de las convocatorias militares. 1910, Santander. 1 vol. 27 páginas con figuras. 17 × 10. Por el autor, Comandante de Ingenieros C-c-1

Viciana: Algo de política naval. s. a. Barcelona. Adq. 1911. 1 vol. 43 páginas. 1 lámina. 18 × 11. Por el autor, Teniente Coronel de Ingenieros H-g-2 B-u-4

Divisas de los Cuerpos de la Armada. s. a. Madrid. Adq. 1911. 1 lámina. Por el Ministerio de Marina B-u-1

Instituto Nacional de Previsión. Ley, Estatutos, Reglamentos, etcétera. 1909-910, Madrid. 1 vol. (varios folletos). 17 × 9. Por dicho Instituto. A-j-2 A-d-3

Durning-Lawrence: Bacon is Shakes-Speare. 1910 London. 1 volumen, 286 páginas con láminas. 16 × 10. Por el autor A-q-1

Gómez-Giménez: Nuevo Manual para el empleo de explosivos en la Guerra. 1910, Madrid. 1 vol. 112 pág. 123 figuras, 16 × 10. Por el autor, Teniente de Ingenieros B-t-3 H-i-1

Barrón. Conservación de las esculturas antiguas. Discursos. 1910, Madrid. 1 vol. 31 páginas. 18 × 10. Por el autor I-c-1

Raimondo: Preparati dietetici commerciali á base di albuminoidi. 1904, Torino. 1 vol. 57 páginas. 17 × 9. Por el autor G-g-3

Raimondo: Il castoreo ed il muschio nella medecina antica e moderna. 1906, Alessandria. 1 vol. 17 páginas, 17 × 11. Por el autor F-i-1

Cabrerizo: Las prisiones de Londres y las nuestras. 1911, Madrid. 1 vol 219 páginas con figuras. 15 × 8. Por el autor A-h-5

Clasificación

Borbón y de Austria-Este: Resumen de la historia de la creación y desarrollo de las ligas contra el duelo y para la protección del honor en los diferentes países de Europa. 1910, Barcelona. 1 volumen. 95 páginas. 20 × 11. Traducida por Tomás Escriche y Mieg. Por el traductor..... A-ñ-1

Barutell: Las Mezclas gaseosas detonantes consideradas como explosivos. 1910, Madrid. 1 vol. 12 páginas. 19 × 12. Por el autor, Capitán de Ingenieros..... G-b-9

Fernández Quintana y Aguirre y Sánchez: Memoria del viaje de instrucción realizado en las estaciones y laboratorios de la Casa «Telefunken». 1909, Madrid. 1 caja con 3 vols. 1 texto 205 páginas. 2 at., 54 láminas, 40 fotografías. 25 × 18. Mecanografiada. Por el Centro Electrotécnico..... H-n-2 G-n-4

Arzadun. Albores de la Independencia Argentina. 1910, Madrid. 1 volumen. 135 pág. 14 × 8. Por el autor..... J-j-10

Presupuestos generales del Estado para 1911. Madrid, 1911. 1 vol. 1021 páginas. 27 × 17. Por el Ministerio de Hacienda..... A-j-5

Núñez Granés: Proyecto para la urbanización del extrarradio de Madrid. 2.ª edición. 1910, Madrid 1 vol. 192 páginas con láminas. 24 × 16. Por el autor..... I-m-1

Gallego: Las aplicaciones del metal deployé. 1909, Barcelona. 1 volumen. 48 páginas con figuras. 18 × 9. Por el autor, Capitán de Ingenieros..... I-i-3

Gallego: Los tejidos metálicos Rivière como armadura del cemento y del yeso. 1907, Barcelona. 1 vol. 24 páginas con figuras. 18 × 9. Por el autor, Capitán de Ingenieros..... I-i-3

Gallego: Saneamiento de poblaciones. 1908, Madrid. 1 vol. 592 páginas con figuras. 19 × 11. Por el autor, Capitán de Ingenieros..... I-m-3

Gallego: Sobre la necesidad y forma de establecer la ventilación en las fosas fijas para la recogida de inmundicias. 1909, Madrid. 1 volumen. 15 páginas con figuras. 19 × 11. Por el autor, Capitán de Ingenieros..... I-m-3

Cartilla de radiotelegrafía de campaña. Carro-motor y carro-estación. s. a., s. l. Adquirida 1911. 3 vols. 3 láminas. Por el Centro Electrotécnico..... G-n-4 B-t-6

Cartilla para la escuela de mecánico-automovilistas. (Automóviles números 3 y 4) s. a., s. l. Adq. 1911. 2 vols. 2 láminas. Por el Centro Electrotécnico..... G-h-2 H-k-2

Catálogo del Museo de Ingenieros del Ejército, públicado al cumplirse el segundo Centenario de la creación del Cuerpo. 1911, Madrid. 1 volumen. 209 páginas con figuras. 17 × 10..... A-c-1

Memorial de Ingenieros del Ejército. Abril de 1911. Dedicado á conmemorar el segundo Centenario de la creación del Cuerpo. 1911, Madrid. 1 vol. 281 páginas. 19 × 12..... H-a-3

Catálogo de la Biblioteca de Ingenieros del Ejército, publicado al cumplirse el segundo Centenario de la creación del Cuerpo. 1911, Madrid. 1 vol. 1215 páginas. 16 × 11..... A-b-2

Causa contra Francisco Ferrer Guardia, instruída y fallada por la jurisdicción de Guerra en Barcelona. Año 1909.—1911, Madrid. 1 volu-

Clasificación.

men. 719 páginas. 1 croquis. 18 × 12. Por el Congreso de los Diputados..... A-h-5

Causa por el delito de rebelión militar. 1909.—1910. Sucesos de Barcelona en Julio de 1909. 1911, Madrid. 2 vols. 584-259 páginas 18 × 12. Por el Congreso de los Diputados..... A-h-5 J-l-7

Causa por regicidio frustrado. 31 de Mayo de 1906. 1906-1909.—1911, Madrid. 5 vols. 521-698 paginas. 18 × 12. Por el Congreso de los Diputados..... A-h-5

Ochando: Discursos pronunciados en el Senado en el debate de presupuestos para 1911, relativos á los Ministerios de Instrucción Pública y Bellas Artes, Gracia y Justicia y Gobernación y articulado de la ley de presupuestos. 1910, Madrid. 1 vol. 83 páginas. 13 × 8. Por el autor..... A-j-5

Ochando: Discursos pronunciados en el Senado en el debate de presupuestos para 1911, relativos al Ministerio de la Guerra y á las enseñanzas deducidas de la campaña de Melilla, así como á la autorización para reformas militares del articulado de la ley de presupuestos. 1910, Madrid. 1 vol. 164 páginas. 13 × 8. Por el autor..... B-a-4 J-l-5

OBRAS PUBLICADAS POR LA «REVISTA CIENTÍFICO-MILITAR»

Pensamientos y máximas militares de Napoleón. 1909, Barcelona. 1 volumen. 92 páginas. 12 × 7..... B-i-6

Pita Espelosín: Manual de combates de vanguardia y retaguardia. 1910, Barcelona. 1 vol. 56 páginas, 1 croquis. 12 × 7..... B-l-5 B-m-2

Iniesta: Manual de explosivos militares y pólvoras reglamentarias. 1910, Madrid. 1 vol. 77 páginas. 12 × 7..... H-i-2 B-t-3 B-q-13

Gil Yuste: Manual de estudio sobre la técnica del fuego de la Infantería. 1910, Barcelona. 1 vol. 92 páginas con figuras. 12 × 7..... B-ñ-6

Juarros: Manual de primeros socorros médicos en paz y en campaña. 1910, Barcelana. 1 vol. 83 páginas. 12 × 7..... F-i-1 B-1-4

Pita Espelosín: La Argelia francesa. 1909, Barcelona. 1 vol. 170 páginas con figuras. 19 × 10..... B-b-5

García Pérez: Ocho días en Melilla. 1909, Barcelona. 1 vol. 48 páginas con figuras. 19 × 10..... J-c-6

Ferré: Topografía militar. 1910, Barcelona. 1 vol. 297 páginas con figuras. 18 × 10..... H-b-1

Más Casterad: Las vías de comunicación en las operaciones de campaña. 2.ª edición. 1908, Barcelona. 1 vol. 122 páginas. 17 × 10..... B-k-1 H-k-1

Crespo: Memoria sobre el curso especial de tiro de Infantería en el año 1907.—1907, Barcelona. 1 vol. 120 páginas con figuras. 19 × 10.. B-ñ-6

Crespo: Ametralladoras reglamentarias. 1909, Barcelona. 1 vol. 55 páginas con láminas. 18 × 10..... B-q-6

Le Rond: El cañón de tiro rápido y la instrucción de la Artillería. 1908, Barcelona. 1 vol. 54 páginas, 1 lámina. 18 × 10. Traducida del francés por Jorge Font..... B-q-4

Giménez Ruiz: Manual de pasos de obstáculos. 1910, Barcelona. 1 volumen, 112 páginas con figuras. 12 × 7..... B-t-2

Clasificación.

OBRAS REGALADAS POR EL CORONEL DE INGENIEROS DON JOSÉ MEDINA

Varios: Les explosifs modernes. Mémoires. 1876, París. 1 vol. 235 páginas. 14 × 8..... B-q-14 / H-i-2

Malara: Descripción de la Galera Real del Serenísimo Señor D. Juan de Austria. Tomo I. 1876, Sevilla. 1 vol. 535 páginas. 15 × 9..... J-l-7

Echegaray: Problemas de Geometría. Primera parte. Problemas de Geometría plana. 1865, Madrid. 1 vol. 151 páginas con figuras. 17 × 10..... C-d-3

Munier: Systèmes de télégraphie rapide. s. a. París. Adquirida 1911. 1 vol. 60 páginas con figuras. 22 × 16..... G-n-2

Alvarez: Estudio gráfico de la táctica de Infantería. Tomo II. Instrucción de batallón. 1899, Barcelona. 1 vol. 128 páginas con láminas. 9 × 13..... B-n-1

Reglamento para las escuelas teóricas y prácticas del batallón de Telégrafos, aprobado por R. O. C. de 14 de Marzo de 1888. Madrid, 1888. 1 vol. 101 páginas. 11 × 7..... H-n-2

Descripción y manejo del fusil Maüser de 7,65 cm., s. a., s. l. Adquirida 1911. 1 vol. 60 páginas. 13 × 9..... B-ñ-4

Capdevila y Cortezo: Instrucciones sanitarias contra el cólera. 1892, Madrid. 1 vol. 31 páginas. 14 × 8..... F-i-1

Mangin: Description des appareils de télégraphie optique. 1888, París. 1 vol. 31 páginas con figuras. 16 × 9..... H-n-4

Valdés: Almacenes de pólvora, segun las disposiciones acordadas en Francia. 1861, Madrid. 1 vol. 34 páginas, 6 láminas. 17 × 9..... H-ñ-3

Instrucciones para observar el eclipse total de sol del día 30 de Agosto de 1905. Madrid, 1905. 1 vol. 51 páginas con figuras y 1 lámina. 18 × 10..... D-b-3

Télégraphe multiple Munier. Note explicative. 1900, París. 1 vol. 8 páginas con figuras. 18 × 11..... G-n-2

Reglamento para la instrucción táctica de las tropas de Infantería. Apéndices al tomo primero. Descripción del fusil, esgrima del fusil con bayoneta, ejercicios de gimnasia. 1898, Madrid. 1 vol. 81 páginas. 11 × 7..... B-n-2

Voulquín: Guide-poche de nos forts et places fortes. 2.ª edición. 1888, París. 1 vol. 76 páginas, 4 cartas. 13 × 7..... H-f-3

Sánchez Tirado y Ubach: Cartilla de Telegrafía para las escuelas del batallón de Telégrafos. 1887-97, Madrid. 2 vols. 221-83 páginas con figuras y láminas 11 × 7..... H-n-2 / B-t-1

Reglamento de tiro para la Infantería. Segunda parte. Instrucciones de tiro: 1898, Madrid. 1 vol. 117 páginas, 6 láminas. 13 × 7..... B-ñ-7

Telegrafía eléctrica. Primera parte. Secciones de campaña. 1894, Madrid. 1 vol. 135 páginas con figuras y láminas. 12 × 8..... H-n-3

Vickers, Sons and Maxin, Limited. Sus talleres y construcciones. 1899, Londres. 1 vol. 178 páginas con láminas. 21 × 13..... G-d-1

Roldán: Fuertes de montaña. Primera parte. Anteproyectos. 1889, Madrid. 1 vol. 148 páginas con figuras. 10 × 6..... H-f-3 / H-e-2

Clasificación.

Linkenbach: Traité pratique de la preparation de minerais. 1893, París. 1 vol. 158 páginas, 24 láminas. 19 × 11. Traducida del alemán por Coutrot..... G-e-1

Delaunay: Curso de mecánica teórica y aplicada. 1873, Madrid. 1 volumen, 753 páginas con figuras. 18 × 10. Traducida del francés por José Canalejas y Casas..... G-b-1

Reglamento para la instrucción especial del segundo batallón del Regimiento montado de Ingenieros: 1883, Madrid. 1 vol. 307 páginas, 4 láminas. 11 × 7..... B-t-1

Albarrán: Aparato para el servicio de los torpedos eléctricos. Instrucciones para su manejo. 1880, Madrid. 1 vol. 80 páginas, 1 lámina. 10 × 6..... H-i-4

Anleitung für die Anlage von Blitzableitern auf erdmmantesten Pulver-und Munitions-Magazinen. 1895, Berlín. 1 vol. 14 páginas, 1 lámina. 15 × 9..... E-g-8 H-ñ-3

Anleitung für die Anlage von Blitzableitern auf Militär-Hochbauten einschliesselich der Friedens-Pulver-Magazine. 1893, Berlín. 1 volumen. 68 páginas, 5 láminas. 15 × 9..... E-g-8 H-ñ-3

Memorial de Artillería. Entrega extraordinaria. Centenario de Calderon. 1881, Madrid. 1 vol. 233 páginas con láminas. 17 × 9..... B-p-7

Vial: Cours d'art et d'histoire militaires. 3.ª edición. 1873, París. 2 volúmenes. 386-472 pág fnas con láminas. 17 × 8..... B-h-2

Morin: Notions fondamentales de Mécanique. 3.ª edición. 1860, París. 1 vol. 444 páginas con figuras y 5 láminas. 16 × 9..... C-j-1 G-b-1

Reglamento para el servicio de campaña, aprobado por Ley de 5 de Enero de 1872.—1882, Madrid. 1 vol. 396 páginas. 11 × 6..... B-l-1

Brea: Campaña del Norte de 1873 á 1876.—1897, Barcelona. 1 vol. 524 páginas con figuras. 17 × 11..... J-l-4

Barrios: Nociones de Artillería. 2.ª edición. 1878-79, Madrid. 3 volúmenes. 2 texto. 724-634 páginas. 16 × 9. 1 at. 71 láminas. 19 × 27... B-p-5 B-q-8 B-r-2

Contamin: Cours de résistance appliquée. 1878, París. 1 vol 562 páginas con figuras. 17 × 10..... I-h-1 G-b-1 G-k-3

Reglamento provisional para el detall y régimen interior de los Cuerpos del Ejército, aprobado por R. O. de 1.º de Julio de 1896. Madrid, 1896. 1 vol. 363 páginas. 13 × 8..... B-j-2

Varios: L'électricité et ses applications. 1881, París. 1 vol. 174 páginas con figuras. 20 × 11..... E-g-1

Meunier: Traité des causes des incendies. 2.ª edición. 1881, París. 1 volumen. 936 páginas, 9 láminas. 18 × 10..... I-m-4

Delon: Le fer, la fonte et l'acier. 2.ª edición. 1876, París. 1 vol. 188 páginas, 33 figuras. 12 × 7..... G-f-4

OBRAS REGALADAS POR EL CAPITÁN DE INGENIEROS DON CARLOS REQUENA

Vorschrift über die persönlichen Verhältnisse des Feuerwerkspersonals. 1902, Berlín. 1 vol. 68 páginas. 16 × 11..... I-m-4

Clasificación.

Bestimmungen über die Fähnrichprüfung. 1903, Berlín. 1 vol. 14 páginas. 16 × 9..... B-b-6

Verordnun über das Heirathen der Militärpersonen des preussischen Heeres und der preussischen Landgendarmerie. 1902, Berlín. 1 volumen. 28 páginas. 16 × 9..... B-f-6

Dienstanweisung für die Garnison- Backmeister. 1897, Berlín. 1 volumen. 21 páginas. 17 × 9..... B-o-8

Garnisondienst-Vorschrift. 1902, Berlín. 1 vol. 87 páginas. 16 × 9..... B-b-6

Dienstvorschrift für die Infanterieschulen. 1903, Berlín. 1 vol. 94 páginas. 16 × 9..... B-e-5

Dienstordnung der Kriegsakademie. Vom 19 Dezember 1901. Berlín, 1901. 1 vol. 29 páginas. 16 × 9..... B-e-5

Dienstordnung der Kriegsschulen. 1898, Berlín. 1 vol. 66 páginas. 17 × 9..... B-e-5

Bestimmungen betreffend die vierteljährliche Rechnungslegung bei den Truppen. 1892, Berlín. 1 vol. 86 páginas 18 × 10..... B-g-4

Düring: Gesetz über die Pensionierung der Offiziere. 1906, Berlín. 1 volumen. 141 páginas. 17 × 10..... B-f-6

Cransfeldt: Die Dienstpflichten des Infanterie-Unteroffiziers im inneren Dienst der Kompagnie. 1892, Berlín. 1 vol. 102 páginas. 16 × 9. B-b-6

Lieferungsbedingungen und Abnahme-Vorschriften für Bekleidungsämter. 1904, Berlín. 1 vol. 92 páginas. 18 × 10..... B-b-6

Musterungsvorschift enthaltend die Bestimmungen für das Musterungsgelchäft bei den Truppen. 1899, Berlín. 1 vol. 47 páginas. 19 × 11..... B-b-6

Neueste Bestimmungen über den freiwilligen Dienst im Heere. 1904, Berlín. 1 vol. 67 páginas. 16 × 9..... B-b-6

Pferdegeldvorschrift. 1902, Berlín. 1 vol. 33 páginas. 16 × 11..... B-g-4

Vorschrift für die Offizier-Darlehnskasse und den Offizier-Unterstützungsfonds. 1897, Berlín. 1 vol. 51 páginas. 16 × 9..... B-f-6

Entwurf einer Lehrordnung der Militärtechnischen Akademie vom 8 Oktober 1903. Berlín, 1903. 1 vol. 32 páginas. 16 × 9..... B-e-5

Traindepot-Ordnung. 1892, Berlín. 1 vol. 203 páginas. 16 × 10..... B-b-6

Bestimmungen über die jährlichen Generalstabsreisen. 1900, Berlín. 1 vol. 24 páginas. 17 × 9..... B-o-1

Dienstvorchrift für die Arbeiter-Abtheilungen. 1897, Berlín. 1 vol. 94 páginas. 17 × 9..... B-b-6

Byern: Anbaltspunkte für die Ausbildung als Schütze, der Rotte und der Gruppe. 1906, Berlín. 1 vol. 154 páginas con figuras. 11 × 8.... B-ñ-6

Madrid, 14 de junio de 1911.

V.º B.º
El Coronel Director,
Topete.

El Capitán Bibliotecario,
Leopoldo Giménez.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de agosto de 1911.*

	Pesetas.
CARGO	
Existencia en 31 de julio.....	50.025,80
Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	191,00
Por el 2.º id. id.	91,90
Por el 3.er id. id.	103,50
Por el 4.º id. id.	80,85
Por el 5.º id. id.	102,80
Por el 6.º id. id.	» »
Por el 7.º id. id.	81,20
Por el Regim. de Pontoneros.	85,40
Por el Bon. de Ferrocarriles..	75,05
Por la Brigada Topográfica...	16,45
Por la Academia del Cuerpo..	205,40
En Madrid.....	715,15
Por la Deleg.n de la 2.a Reg.n	140,85
Por la id. de la 3.a id.	118,35
Por la id. de la 4.a id.	120,20
Por la id. de la 5.a id.	97,95
Por la id. de la 6.a id.	89,95
Por la id. de la 7.a id.	72,15
Por la id. de la 8.a id.	65,75
Por la id. de Ceuta.....	60,40
Por la id. de Melilla.....	129,40
Por la Com.a de Mallorca....	57,40
Por la id. de Menorca....	52,80
Por la id. de Tenerife.....	41,10
Por la id. de Gran Canar.a	28,05
Intereses de las 35.000 pesetas nominales que, en títulos de la Deuda amortizable al 5 % posee la Asociación, del trimestre vencido en 15 del actual.....	350,00
Suma el cargo.....	53.198,85
DATA	
Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, capitán D. Ricardo Maya y Cano-Manuel.....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	115,00
Suma la data.....	3.115,00
RESUMEN	
Importa el cargo.....	53.198,85
Idem la data.....	3.115,00
Existencia en el día de la fecha	50.083,85

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 (35.000 pesetas nominales) depositados en el Banco de España, por su valor en compra.....	35.577,50
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	14.506,35
Total igual.....	50.083,85

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existían en 31 de julio último.	699
ALTAS	
Como socios fundadores, con arreglo al apartado 1.º, caso *b* del artículo 3.º del Reglamento de la Asociación.	
Arenas Gaspar (D. Félix).....	
Blasco Cirera (D. Vicente)....	
Camacho Cánovas (D. Vicente)	
Díaz Iboleón (D. Francisco)...	
Escolano Llorca (D. Manuel)..	
Fernández Lerena (D. José)...	
Iglesia de Varo (D. Rodrigo de la).....	
Lafita Jecebek (D. José).....	
Lizaur Lacave (D. León).....	
Margarit Durán (D. Adrián)..	
Mas Desbertrand (D. Andrés).	20
Mendicuti Palou (D. Manuel).	
Noguer Ariza (D. Ignacio)....	
Noreña Echevarría (D. Santiago).....	
Oliver Riedel (D. Francisco)..	
Reixa Puig (D. Pedro).....	
Rivas Amorena (D. José de las)	
Rodríguez Navarro y de Fuentes (D. José).....	
Sancho Jordá (D. Ramón)....	
Serra Astrain (D. Joaquín)....	
Suma.....	719
BAJAS	
D. Ricardo Maya y Cano-Manuel, por fallecimiento.....	1
Quedan en el día de la fecha.	718

Madrid, 31 de agosto de 1911. = El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El coronel, contador, P. A., JULIO RODRÍGUEZ. = V.º B.º = El General Presidente, MARVÁ.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de agosto de 1911.*

CARGO	Pesetas.
Existencia en metálico en 31 de julio último	30.051,54
Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto	382,20
Por el 2.º id. id.	200,40
Por el 3.er id. id.	207,30
Por el 4.º id. id.	174,60
Por el 5.º id. id.	186,60
Por el 6.º id. id.	173,90
Por el 7.º id. id.	162,70
Por el Regim. de Pontoneros	141,60
Por el Bon. de Ferrocarriles	147,05
Por la Brigada Topográfica	39,60
Por la Academia del Cuerpo	389,10
En Madrid	1.317,55
Por la Comandancia General de la 2.ª Región	278,75
Por la id. de la 3.ª id.	198,80
Por la id. de la 4.ª id.	188,10
Por la id. de la 5.ª id.	161,00
Por la id. de la 6.ª id.	179,40
Por la id. de la 7.ª id.	124,10
Por la id. de Melilla	256,20
Por la Comandancia principal de la 8.ª Región	167,00
Por la Com.ª Mallorca	104,80
Por la id. de Menorca	101,85
Por la id. de Tenerife	82,20
Por la id de Gran Canaria	65,90
Por la íd. de Ceuta	133,30
Suma el cargo	35.615,54

DATA	Pesetas.
Importa la carpeta de gastos realizados en el presente mes	10.022,55
Suma la data	10.022,55

RESUMEN

Importa el cargo	35.615,54
Idem la data	10.022,55
Existencia en el día de la fecha	25.592,99

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España en cuenta corriente	23.000,00
En la Tesorería de la Comisión	2.592,99
Total igual	25.592,99

Madrid 31 de agosto de 1911.=El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El teniente coronel, contador, ANTONIO MAYANDÍA.=V.º B.º El General, presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE AGOSTO DE 1911

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA ACTIVA

Bajas.

C.n D. Ricardo Maya y Cano-Manuel, por fallecimiento ocurrido en Madrid el día 11 de agosto de 1911.

Retiros.

T. C. D. Eduardo González Rodríguez, se le concede para esta corte. — R. O. 26 agosto de 1911.—*D. O.* núm. 189.

Cruces.

C.n D. Droctoveo Castañón Reguera, se le concede la cruz de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 7 de marzo de 1911. R. O. 9 agosto de 1911.—*D. O.* núm. 176.

C.n D. Sebastián Carreras Portas, íd. íd. la íd. íd. con la íd. de 25 de mayo de 1911.—R. O. 30 agosto de 1911.—*D. O.* número 193.

Recompensas.

C.n D. Jaime Coll y Soriano, se le concede la cruz de 1.a clase del Mérito Militar con distintivo blanco, como comprendido en el artículo 19 del vigente reglamento de recompensas en tiempo de paz, por su memoria titulada *Estudios sobre un perfil de trinchera.*—R. O. 25 agosto de 1911.—*D. O.* número 185.

C.n D. Juan Liaño Trueba, íd. ídem por íd. íd.—Id.—Id.

Destinos.

1.er T.e D. Emilio Ostos Martín, de la compañía de Telégrafos del 3.er Regimiento Mixto, á dicho regimiento.—R. O. 2 agosto de 1911.—*D. O.* núm. 170.

1.er T.e D. Antonio Sánchez Cid Agüeros, del 3.er Regimiento Mixto á la compañía de Telégrafos del mismo.—Id.—Id.

C.n D. Jaime Coll y Soriano, de supernumerario en la 2.a Región, se le concede la vuelta al servio activo. — R. O. 3 agosto de 1911.—*D. O.* número 171.

1.er T.e D. Juan Reig Valerino, se le concede no incorporarse á la Escuela Superior de Guerra. R. O. 10 agosto de 1911. — *D. O.* núm. 177.

C.n D. Enrique Mathé Pedroche, de la Dirección General de Cría Caballar y Remonta al Estado Mayor Central. — R. O. 12 agosto de 1911.—*D. O.* número 178.

C.n D. Carlos Bernal y García, se dispone cese en el cargo de Ayudante de Campo del General de división D. Pedro del Real y Sánchez Paulete. R. O. 18 agosto de 1911. — *D. O.* número 182.

C.e D. Nicolás Pineda Romero, se dispone cause baja como profesor de la Academia del Cuerpo. — R. O. 22 agosto de 1911.—*D. O.* núm. 185.

C.n D. Rogelio Sol y Mestre, de Ayudante de Campo del General de división D. José Gómez Pallete, á la Dirección General de Cría Caballar y Remonta.— R. O. 25 agosto de 1911.—*D. O.* núm. 188.

C.n D. Fernando Balseiro Flores, de excedente en la 6.a Región al 2.o Regimiento Mixto.—Id.—Id.

C.e D. Nicolás Pineda Romero, do profesor de la Academia del Cuerpo á situación de excedente en la 1.a Región.—R. O.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	28 agosto de 1911.—*D. O.* número 191.
1.er T.e	D. Joaquín Lahuerta López, del Regimiento de Pontoneros á situación de excedente en la 1.a Región, por haber sido nombrado alumno de la Escuela Superior de Guerra. — R. O. 30 agosto de 1911. — *D. O.* núm. 192.
	Supernumerarios.
1.er T.n	D. Francisco de Lucas Justel pasa á dicha situación quedando adscripto á la Subinspección de la 1.a Región, por haber sido nombrado Ingeniero tercero del Cuerpo de Ingenieros Geógrafos, Oficial 2.o de Administración civil, con el sueldo anual de tres mil pesetas.—R. O. 24 agosto de 1911.—*D. O.* núm. 188.
	Licencias.
T. C.	D. José Portillo y Bruzón, se le conceden dos meses de licencia por asuntos propios para Francia y Suiza. — R. O. 3 agosto de 1911.—*D. O.* número 171.
T. C.	D. Natalio Grande Mohedano, se le conceden dos meses de licencia por enfermo para Cestona (Guipúzcoa) Puertollano (Ciudad Real) y Logroño.—Orden del Capitán General de la 7.a Región.
1.er T.e	D. Teodomiro González Antonini, se le conceden dos meses de licencia por asuntos propios para Aluego (Huesca) Zaragoza y Ecija (Sevilla).—Orden del Capitán General de Baleares, de 5 agosto de 1911.
C.n	C. José Rodríguez Roda, se le conceden dos meses de licencia por enfermo para Valencia, San Hilario (Gerona) y Navajos (Castellón). — Orden del Capitán General de Melilla, de 7 agosto de 1911.
C.n	D. José Combelles Bergós, se le conceden dos meses de licencia por enfermo para Caldas de Bolu (Lérida) y Lérida.—Orden del Capitán General de la 2.a Región, de 10 agosto de 1911.
C.n	D. Rafael Marín del Campo y Peñalver, se le conceden 25 días de licencia por asuntos propios para Suiza, París y Toledo.—R. O. 12 agosto de 1911.—*D. O.* núm. 179.
1.er T.e	D. Francisco López Mancisidor, se le conceden dos meses de licencia por asuntos propios para Ciudad Rodrigo (Salamanca).—Orden del Capitán General de la 7.a Región, de 21 agosto de 1911.
1.er T.e	D. Joaquín Fúster Rossiñol, íd. íd. dos meses por asuntos propios para París (Francia) y Berna (Suiza).—R. O. 24 agosto de 1911.—*D. O.* núm. 188.
	Reemplazo.
C.n	D. Isidoro Tamayo Cabañas en situación de excedente pasa á la de reemplazo por enfermo con residencia en Madrid. — Orden del Capitán General de la 1.a Región de 23 agosto de 1911.
	Matrimonios.
C.n	D. Juan Vigón y Suerodíaz, se le concede autorización para contraerlo con D.a María Esther Silvia Sánchez Pertierra, R. O. 2 agosto de 1911.—*D. O.* núm. 170.
C.n	D. José María Cubillo y Fluiters, íd. íd. con D.a María de los Dolores Soto y López Acebedo.—R. O. 3 agosto de 1911.—*D. O.* múm. 171.
C.n	D. Jaime Coll y Soriano, íd. íd. con D.a María del Amparo Escacerna Osorno.—Id.—Id.
C.n	D. Emilio Alzugaray Goicoechea, íd. íd. con D.a María de la Concepción Guijarro Jiménez.—R. O 7 agosto de 1911, *D. O.* núm. 174.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
C.ª	D. Eusebio Redondo Ballester, íd. íd. con D.ª María de los Dolores Heredia Disdier.—R. O. 11 agosto de 1911. — *D. O.* núm. 178.
C.ª	D. José Arancibia Lebario, íd. íd. con D.ª Ascensión Resines Gardeazábal.—Id·—Id.
1.er T.e	D. Joaquín Fúster y Rossiñol, íd. íd. con D.ª María dal Carmen Morell y Tacón. — R. O. 12 agosto de 1911.—*D. O.* número 179.

ESCALA DE RESERVA

Cruces.

2.º T.e	D. Maximino Moleiro Rodríguez, se le concede permuta de tres cruces de plata del Mérito Militar con distintivo rojo y dos con distintivo blanco que posee, por otras de 1.ª clase de igual orden y distintivo.—R. O. 18 agosto de 1911. *D. O.* núm. 183.

Licencias.

2.º T.e	D. Valentín Ortíz López, se le conceden dos meses de licencia por enfermo para Madrid Cartagena y Fortuna (Murcia).—Orden del Capitán General de Canarias, de 2 agosto de 1911.

PERSONAL DEL MATERIAL

Destinos.

C. del M.	D. Gervasio Merino Camarero, de nuevo ingreso con el sueldo anual de dos mil pesetas á la Comandancia de Cádiz.—R. O. 21 agosto de 1911. — *D. O.* núm. 186.

Asociación del Colegio de Santa Bárbara y San Fernando

Tesorería del Consejo de Administración.

BALANCE de Caja correspondiente al mes de la fecha.

DEBE	Pesetas
Existencia anterior	89.655,64
Cuotas de Cuerpos y de Socios del mes de agosto	8.765,55
Pensiones de dote acreditadas en ídem	1.426,00
Recibido por el Colegio de la Administración militar (consignación de agosto)	4.321,90
Idem por íd. de la Caja de la Asociación	1.800,00
Idem por honorarios de alumnos internos, etc.	»
Donativo de D. Eduardo Arias	10,00
Cuotas atrasadas de un socio alta	84,00
Importe de 4 ejemplares de la obra del Teniente Coronel Sr. Arzadum.	8,00
Rectificación de cuota	0,50
Suma	106.071,59

HABER	
Socios bajas	3,50
Gastos de material de Secretaría	278,50
Pensiones satisfechas á huérfanos	4.986,00
Idem de dote acreditadas en agosto	1.426,00
Gastado por el Colegio en agosto	6.849,68
Entregado al Cajero del Colegio en agosto	1.800,00
Materiales y obras ejecutadas en el Colegio (julio y agosto)	6.329,63
Recibo y Liquidación de la libreta de huérfana D.ª Juana González	1.327,50
Existencia en Caja, según arqueo	83.070,78
Suma	106.071,59

DETALLE DE LA EXISTENCIA EN CAJA

En metálico en Caja	1.469,28
En íd. en la Caja del Colegio	1.080,58
En c/c en el Banco de España	9.058.97
En carpetas de cargos pendientes	3.320,70
En papel del Estado depositado en el Banco de España (37.500 pesetas nominales en títulos del 4 por 100 interior)	31.012,25
En la Caja de Ahorros	36.354,00
Pensiones giradas y pendientes de devolución de recibos	775,00
Suma	83.070,78

NÚMERO DE SOCIOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA

	Capitanes Generales.....	Generales de División.....	Generales de Brigada.....	Coroneles.....	Tenientes Coroneles.....	Comandantes.	Capitanes.....	Tenientes.....	TOTAL.....
Existencia en 15 agosto de 1911..	1	6	29	124	196	306	720	450	1.832
Altas.....	»	»	»	2	1	3	5	70	81
Suma.....	1	6	29	126	197	309	725	520	1.913
Bajas.....	»	»	»	»	2	1	3	5	11
Quedan.....	1	6	29	126	195	308	722	515	1.902

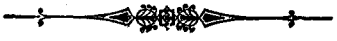
NÚMERO DE HUÉRFANOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA Y SU CLASIFICACIÓN

	En el Colegio.	Por incorporar.....	En Academias militares.....	En carreras civiles.....	Con pensión..	Pensión de dote.....	Aspirantes....	TOTALES....
Varones.....	53	3	20	4	21	»	5	106
Hembras.....	24	5	»	»	37	31	10	107
TOTALES.....	77	8	20	4	58	31	15	213

Madrid 15 de septiembre de 1911.

EL TENIENTE CORONEL TESORERO,
Luis Esparza.

V.º B.º
EL GENERAL VICEPRESIDENTE,
Benito de Urquiza.



Colegio de Santa Bárbara y San Fernando.

Resultado de los exámenes para ingreso en las Academias militares.

En los exámenes de ingreso en las Academias militares efectuados en julio de 1911 ha tenido el Colegio un resultado altamente satisfactorio que el MEMORIAL DE INGENIEROS se complace en consignar, porque revela el esfuerzo que hacen los dignos profesores por una parte, y la aplicación de los huérfanos por otra.

Relación nominal de los alumnos ingresados:

HUÉRFANOS	INGRESO EN	
D. Alfonso Criado y Molina.....	Infantería con 16,30	de nota media.
	Artillería con 10,00	—
D. Antonio Brandis Benito.....	Infantería con 13,21	—
	Ingenieros con 11,80	—
D. Ernesto Rodríguez Chacel.....	Infantería con 13,63	—
D. Rafael Rávena Almagro.....	Ingenieros con 9,59	—
D. Rafael Baquera Alvarez.....	Infantería con 8,20	—
D. José Ramírez Cartagena.....	Idem 7,07	—
HIJO DE SOCIO VIVO		
D. Francisco Cisneros Abad.....	Artillería con 10,25	—

BIBLIOTECA DEL MUSEO DE INGENIEROS

RELACIÓN de las obras compradas y regaladas que se han recibido en los meses de Junio, Julio y Agosto de 1911.

OBRAS COMPRADAS

Clasificación.

Gotthold Meyer: Eisenbauten ihre geschichte und æsthetik. 1907, Esslingen. 1 vol. 191 páginas, 93 figuras, 27 láminas. 21 × 14..... I-j-2

The Statesman's Year-Book. 1911.—1911, London. 1 vol. 1412 páginas con cartas. 15 × 9..... J-f-5

Weyler: Mi Mando en Cuba. Tomo 4.º—1911, Madrid. 1 vol. 590 páginas, 6 láminas, 5 croquis. 18 × 10..... J-l-6

Schlomann: Dictionnaire illustré des termes techniques en six langues. Tome XI. Sidérurgie. 1911, Paris. 1 vol. 785 páginas con figuras. 15 × 8..... A-p-7

Brassey (Editor): The Naval Annual. 1911.—1911, Portsmouth. 1 volumen. 19 × 10..... I-l-1

L'Architecture au XXe siècle. Tomo 3.º, s. a., Paris. Adq. 1911. 1 volumen 80 láminas. 25 × 22..... I-b-7

Henrionnet: Petit traité d'astronomie pratique. 1911, Paris. 1 volumen, 49 páginas. 16 × 9..... D-c-1

Pécheux: Les lampes électriques. 1911, París. 1 vol. 186 páginas con figuras. 13 × 7..... E-g-4

Rangliste der Preussischen Armee und des XII. (Königlich Wurttembergischen) Armeekorps für. 1911. 1911, Berlin. 1 vol. 1471 páginas. 19 × 19..... B-b-6

Estudio Histórico del Cuerpo de Ingenieros del Ejército. Tomos 1.º y 2.º 1911, Madrid. 2 vol. 554-678 páginas con figuras y láminas 25 × 18..... B-s-1

Montpellier et **Aliamet**: Mesures électriques industrielles. Tomo 3.º 1911, París. 1 vol. 468 páginas con figuras y láminas. 18 × 10... G-g-9 / E-e-3

Kumlien: La Gimnasia para todos. s. a. Madrid. Adq. 1911. 1 volumen 118 páginas, figuras y láminas. 13 × 8..... A-ñ-3

Cyon: L'Oreille. Organe d'orientation dans le temps et dans l'espace. 1911, París, 1 vol. 298 páginas, 45 figuras, 3 láminas. 17 × 9..... F-f-2

Caslant: Passé et avenir de la navigatíon aérienne. L'Helicoplane futur. 1911, Paris. 1 vol. 369 páginas, 126 fiuras. 17 × 16..... G-h-3

Abraham und **Föppl**: Theorie der Elektrizität. 1907-908, Leipzig. 2 vols. 460-404 páginas con figuras. 17 × 10..... E-e-1

Proust: Recherche pratique et exploitation des mines d'or. 1911, París. 1 vol. 110 páginas con figuras. 13 × 7..... G-e-2

Azan: Suvenirs de Casablança. 1911, Paris. 1 vol. 419 páginas con

Clasificación.

figuras. 18 × 10. ..... J-n-10

Benoit et **Guillaume**: La mesure rapide des bases géodésiques. 4.ª edición. 1908, Paris. 1 vol. 228 páginas con figuras. 14 × 9. ..... D-e-4

Dariès: Mécanique. Hydraulique. Thermodynamique. 2.ª edición. 1906, Paris. 1 vol. 815 páginas con figuras. 15 × 8. ..... E-b-1, E-d-1, C-j-1

Suess (E.): La face de la terre. (Das Antlitz der Erde). 1911, París. 1 vol. 425 páginas. 2 cartas y 124 figuras. Tome III (2e partie). 18 × 11. Traducida del alemán por E. de Margerie F-e-1

Chwolson (O. D): Traité de Physique. Tome troisième. Troisième fasc. 1911, París. 1 vol. 263 páginas con figuras. 19 × 11. Traducida de las ediciones rusa y alemana, por E. Davaux. E-a-2

Castellón: Madrid en la mano. Guía ilustrada del viajero. 1911, Madrid. 1 vol. 45 páginas, 26 planos. 11 × 16. ..... J-d-3

Aragon: Ponts en bois et en métal. 1911, Paris. 1 vol. 519 páginas, 459 figuras. 15 × 8 ..... G-k-1

Valbreuze: Notions générales sur la télégraphie sans fil et la téléphonie sans fil. 4.ª edición. 1910, Paris. 1 vol. 484 páginas con figuras. 18 × 10. ..... G-n-4

Lelong: Etude théorique et pratique sur les turbines à vapeur marines. 1911, Paris. 1 vol. 232 páginas con figuras. 20 × 10. ..... G-b-8, I-l-3

Barberot: Traité pratique de Charpente. 1911, París 1 vol. 612 páginas 1369 figuras. 21 × 12. ..... I-j-1

Will Darvillé: L'eau à la ville, à la campagne et dans la maison. Hydraulique. Fontainerie. Plomberie. s. a. Paris. Adquirida 1911. 1 volumen 733 páginas, 334 figuras. 21 × 13. ..... I-n-1, I-n-2, I-m-3

Del Río Joan: Electrometría. Tratado práctico de medidas y verificaciones eléctricas. 1912, Madrid. 1 vol. 949 páginas, 432 figuras. 16 × 9. ..... E-e-3

Paloque: L'Artillerie dans la bataille. 1912 París. 1 vol. 453 páginas, 14 figuras y 1 carta. 14 × 8 ..... B-p-5

Gramont: Essai d'Aérodynamique du plan. 1911, París. 1 vol. 206 páginas con figuras. 18 × 12 ..... G-h-3

Pierce: Principles of Wireless Telegraphy. 1910, New York. 1 volumen 350 páginas con figuras. 18 × 10. ..... G-n-4

Collins: Wireless Telegraphy. Its history, theory and practice. 1905, New-York. 1 vol. 299 páginas, 332 figuras. 18 × 10. ..... G-n-4

Fleming: An elementary manual of Radiotelegraphy and Radiotelephony for students and operators. 1911, New-York. 1 vol. 340 páginas con figuras. 17 × 10. ..... G-n-4

Poincaré: Maxwell's theory and Wireless Telegraphy. 1904, New-York, 1 vol. 255 páginas, 145 figuras. 14 × 9. Traducido por Frederick K. Vreeland. G-n-4

Bottone: Wireless Telegraphy and Hertzian Waves. 4.ª edición. 1910, New-York. 1 vol. 136 páginas, 39 figuras. 13 × 8. ..... G-n-4

Partheil: Der gegenwärtige Stand der Drahtlosen Telegraphie und Telephonie. 1910, Berlin. 1 volumen 32 páginas 20 figuras. 20 × 12. ..... G-n-4

	Clasificación.
Vauban: Œuvres. Sa famille et ses écrits. Ses oisivetés et sa correspondance. Analyse et extraits. 1910, París. 2 vols. 649-629 páginas con láminas. 20 × 11	H-f-2 H-d-3 B-j-6 B-l-3 B-i-1 H-h-1 G-l-3 J-b-3
Petit et **Buothillon**: La télégraphie sans fil. 1910, Paris. 1 vol. 148 páginas, 175 figuras. 19 × 10	G-n-4

OBRAS DE LA BIBLIOTECA NO INCLUIDAS EN EL CATÁLOGO

Minali: Historia militar de Gerona. Sitios de 1808 y 1809.—1840, Gerona. 1 vol. 364 páginas. 13 × 9	H-j-3 J-l-3
Andriani: Memoria justificativa de la defensa de Sagunto en 1811, 1838, Madrid. 1 vol. 116 páginas. 15 × 8	J-l-3
Cavallero: Defense de Saragosse, ou Relation des deux siéges soutenus por cette Ville en 1808 et 1809.—1815, Paris. 1 vol. 153 páginas. 13 × 7. Traducida por M. L. V. Angliviel de la Beaumelle	H-j-3 J-l-3
Minali: Historia militar de Gerona de los años 1653, 1684, 1694, 1710, 1712, 1808 y 1809. Manuscrita. s. a., s. l. Adquirida 1875, 1 vol. 258 páginas, 1 carta. 21 × 16	J-l-2 J-l-3 H-j-2 H-j-3
Rivadeneyra (Editor): Biblioteca de Autores Españoles. 1846-72 Madrid. 74 vols. 625-534 páginas. 22 × 14	A-r-1

OBRAS REGALADAS

Gesta: Indice de una colección manuscrita de obras del Reverendísimo Padre Fr. Martin Sarmiento, Benedictino, seguidas de varias noticias biblio-biográficas del mismo. 1888, Madrid. 1 vol. 184 páginas. 17 × 11. Por el autor	A-b-2
Gesta: Noticias de los manuscritos existentes en la Biblioteca del Gabinete de Historia Natural de Madrid. 1886 Madrid. 1 vol. 16 páginas. 16 × 11. Por el autor	A-b-2
Field Stations: Calvary Type, 1910. Infantry, 1910. Cart Type. Marconi's Wireless Telegraph C.º Ltd. 1910-11. s. l. 2 vols. 20-21 páginas, 16-12 láminas. 25 × 15. Por el Centro Electrotécnico	H-n-3 G-n-4
Nuñez Granés: Ayuntamiento de Madrid. Vías públicas del interior. Memoria relativa á los trabajos efectuados en dichas vías en los años de 1904 y 1905.—1906, Madrid. 1 vol. 231 páginas con planos. 24 × 16. Por el autor	I-m-1
Fuller: El calculador telegráfico es el medio más breve y seguro de evitar errores en las cuentas complicadas. 1852, New York, 1 volumen, 28 páginas con figuras. 1 lámina y 1 tabla. 24 × 22. Por el Teniente Coronel de Ingenieros D. José Kith	C-c-4

Madrid, 11 de septiembre de 1911.

V.º B.º
El Coronel Director,
Topete.

El Capitán Bibliotecario,
Leopoldo Giménez.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de septiembre de 1911.*

CARGO	Pesetas.
Existencia en 31 de agosto...	50.083,85
Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	95,50
Por el 2.º id. id.	93,85
Por el 3.er id. id.	103,50
Por el 4.º id. id.	78,70
Por el 5.º id. id.	102,80
Por el 6.º id. id.	169,40
Por el 7.º id. id.	83,20
Por el Regim. de Pontoneros.	83,25
Por el Bon. de Ferrocarriles..	75,05
Por la Brigada Topográfica...	30,90
Por la Academia del Cuerpo..	185,55
En Madrid.....	836,90
Por la Deleg.n de la 2.ª Reg.n	138,05
Por la id. de la 3.ª id.	115,85
Por la id. de la 4.ª id.	120,20
Por la id. de la 5.ª id.	97,95
Por la id. de la 6.ª id.	89,95
Por la id. de la 7.ª id.	72,15
Por la id. de la 8.ª id.	65,75
Por la id. de Ceuta.....	30,20
Por la id. de Melilla.....	66,70
Por la Com.ª de Mallorca....	114,80
Por la id. de Menorca.....	49,35
Por la id. de Tenerife.....	41,10
Por la id. de Gran Canar.ª	28,05
Suma el cargo.....	53.052,55

DATA	
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	115,00
Suma la data.....	115,00

RESUMEN	
Importa el cargo.....	53.052,55
Idem la data.....	115,00
Existencia en el día de la fecha	52.937,55

DETALLE DE LA EXISTENCIA	
En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 (35.000 pesetas nominales) depositados en el Banco de España, por su valor en compra.....	35.577,50
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	17.360,05
Total igual.....	52.937,55

NOTA. Durante el presente mes no ha habido alteración en el número de socios, existiendo, por tanto, los 718 indicados en el balance de agosto último.

Madrid, 30 de septiembre de 1911. = El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El coronel, contador, P. A., JULIO RODRÍGUEZ. = V.º B.º El General Presidente, MARVÁ.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de septiembre de 1911.*

CARGO	Pesetas.
Existencia en metálico en 31 de agosto último.....	25.592,99
Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	190,65
Por el 2.º id. id.	202,50
Por el 3.er id. id.	207,30
Por el 4.º id. id.	170,30
Por el 5.º id. id.	186,60
Por el 6.º id. id.	177,20
Por el 7.º id. id.	190,70
Por el Régim. de Pontoneros.	141,30
Por el Bon. de Ferrocarriles..	147,05
Por la Brigada Topográfica...	79,20
Por la Academia del Cuerpo..	353,10
En Madrid.....	1.494,15
Por la Comandancia General de la 2.ª Región.....	273,15
Por la id. de la 3.ª id.	202,90
Por la id. de la 4.ª id.	188,10
Por la id. de la 5.ª id.	161,00
Por la id. de la 6.ª id.	179,90
Por la id. de la 7.ª id.	124,10
Por la id. de Melilla.....	128,10
Por la Comandancia principal de la 8.ª Región.....	167,00
Por la Com.ª Mallorca.....	104,80
Por la id. de Menorca.....	98,65
Por la id. de Tenerife.....	82,50
Por la id de Gran Canaria.	65,90
Por la íd. de Ceuta.....	66,65
Suma el cargo.....	30.975,79

DATA	Pesetas.
Importa la carpeta de gastos realizados en el presente mes.	1.712,35
Suma la data.....	1.712,35

RESUMEN	
Importa el cargo.....	30.975,79
Idem la data.....	1.712,35
Existencia en el día de la fecha.	29.263,44

DETALLE DE LA EXISTENCIA	
En el Banco de España en cuenta corriente.....	28.000,00
En la Tesorería de la Comisión	1.263,44
Total igual.....	29.263,44

Madrid 30 de septiembre de 1911.=El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ.=Intervine: El teniente coronel, contador, ANTONIO MAYANDÍA.=V.º B.º El General, presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE SEPTIEMBRE DE 1911

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA ACTIVA

Ascensos.

A Teniente Coronel.

C.e D. Manuel Rubio y Vicente.—R. O. 4 septiembre de 1911.—*D. O.* núm. 196.

A Comandante.

C.a D. Fernando Mexía Blanco.—Id.—Id.

A Capitánes.

1.er T.e D. Miguel Ripoll Carbonell.—Id.—Id.

1.er T.e D. Tomás Moreno Lázaro.—Id.—Id.

A 1.os Tenientes.

(Por haber terminado con aprovechamiento el plan de estudios.)

2.o T.e A. D. Manuel de las Rivas Amorena.—R. O. 7 septiembre de 1911.—*D. O.* núm. 199.

» D. José Lagarde Aramburu.—Id.—Id.

» D. Matías Marcos Jiménez.—Id.—Id.

Cruces.

C.l Sr. D. Luis Durango y Carrera, se le concede la Placa de la Real y Militar orden de San Hermenegildo con la antigüedad del 9 de julio de 1910.—R. O. 21 septiembre de 1911. *D. O.* núm. 211.

Recompensas.

C.n D. Francisco del Río Joan, se le concede la cruz de 1.a clase del Mérito Militar con distintivo blanco y pasador de *Industria Militar*, por haber cumplido el tercer plazo de cuatro años de servicios en el Laboratorio del Material de Ingenieros.—R. O. 15 septiembre de 1911.—*D. O.* núm. 203.

Destinos.

T. C. D. Manuel Rubio Vicente, ascendido, del 6.o Regimiento Mixto, á situación de excedente en la 3.a Región.—R. O. 19 septiembre de 1911.—*D. O.* núm. 208.

C.e D. Fernando Mexía Blanco, ascendido, de la Compañía de Telégrafos para la red de Madrid, al 6.o Regimiento Mixto.—Id.—Id.

C.n D. Miguel Ripoll Carbonell, ascendido, del 2.o Regimiento Mixto á situación de excedente en la 1.a Región.—Id.—Id.

C.n D. Tomás Moreno Lázaro, ascendido, del 2.o Regimiento Mixto á id. id.—Id.—Id.

C.n D. Antonio Gordejuela Causilla, de las tropas afectas al Servicio de Aerostación y Alumbrado en campaña, al Batallon de Ferrocarriles.—Id.—Id.

C.n D. José Berenguer y Cajigas, del Batallón de Ferrocarriles á la Compañía de Telégrafos para la red de Madrid.—Id.—Id.

1.er T.e D. Manuel de las Rivas Amorena, ascendido, de la Academia del Cuerpo á la Compañía de Telégrafos de la Comandancia de Gran Canaria. Id.—Id.

1.er T.e D. José Lagarde Aramburu, ascendido, de la Academia del Cuerpo, al 7.o Regimiento Mixto.—Id.—Id.

1.er T.e D. Matías Marcos Jiménez, ascendo, de la Academia del Cuerpo, á la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Gran Canaria.—Id.—Id.

1.er T.e D. Adrian Margarit Durán, del 4.o Regimiento Mixto á la Compañía de Telégrafos del mismo.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
1.er T.e	D. José Lafita Jecebek, del Regimiento de Pontoneros al 7.º Regimiento Mixto.—R. O. 19 septiembre de 1911.—*D. O.* núm. 208.
1.er T.e	D. Manuel Mendicuti y Palou, del Regimiento de Pontoneros al 7.º Regimiento Mixto. —Id.—Id.
C.e	D. Fernando Mexía y Blanco, del 6.º Regimiento Mixto á Profesor de la Academia del Cuerpo.—R. O. 22 septiembre de 1911.—*D. O.* núm. 211.
	Comisiones.
C.n	D. Ricardo Echevarría y Ochoa, una mixta para estudio de la carretera de Villa de Petra á la de Artá á Santa Margarita (Mallorca).—R. O. 2 septiembre de 1911.
C.e	D. Roberto Fristchi y García, otra Mixta para estudios del trozo 2.º de la Carretera de Ronda á Estepona y de La Línea á la estación de San Roque.—R. O. 2 septiembre de 1911.
C.n	D. Enrique Rolandi y Pera, otra íd. para estudio del puerto de Torrevieja (Alicante).—R. O. 9 septiembre de 1911.
C.n	D. Federico Torrente y Villacampa, una mixta para entender en el estudio de la carretera de Puente Boto en Arro (Huesca).—R. O. 9 septiembre de 1911.
C.e	D. Eustaquio de Abaitúa y Zubizarreta, otra íd. para estudio de la travesía por Cemprano de la carretera de Zaragoza á Francia.—R. O. 25 septiembre de 1911.
C.e	D. Bonifacio Méndez Conde y Riego, otra íd. para el estudio de la carretera de Tuy á Vigo á la de Porriño á Gondomar. R. O. 26 septiembre de 1911.
C.n	D. Agustín Alvarez Meiras, se dispone forme parte de la comisión de estudio de vías férreas de la 2.ª Región, en reemplazo del de igual empleo D. Enrique Sáiz y López. R. O. 23 septiembre de 1911. *D. O.* núm. 212.
C.n	D. Ricardo Echevarría Ochoa, se dispone forme parte de la comisión de estudio de vías férreas de Baleares.—R. O. 28 Septiembre de 1911.—*D. O.* núm. 216.
	Licencias.
C.n	D. Juan Vigón y Suerodíaz, se le conceden seis meses por asuntos propios para Buenos Aires (República Argentina). —R. O. 4 septiembre de 1911. *D. O.* núm. 196.
1.er T.e	D. Florentino Canales y González, dos meses por asuntos propios para Santander.—Orden del Capitán General de la 7.ª Región, 11 septiembre de 1911.
1.er T.e	D. Teodomiro González Antonini, un mes de prórroga, á la que disfruta por asuntos propios para Abiego (Huesca), Zaragoza, Ecija y Sevilla. —Orden del Capitán General de Baleares, 26 septiembre de 1911.
C.n	D. Ramón Flórez y Sanz, dos meses por enfermo para Irún (Guipúzcoa).—Orden del Capitán General de la 6.ª Región, 23 septiembre de 1911.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.e	D. Salvador Salvadó y Brú, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas.—R. O. 14 septiembre de 1911.—*D. O.* núm. 205.
1.er T.e	D. José Cañete Heredia, íd. íd. íd. íd.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Luis Ferrer Vilaró, íd. íd. íd. íd.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Félix Arenas Gaspar, íd. íd de 250 pesetas.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Pedro Reixa Puig. íd. íd. íd. íd.—Id.—Id.
C.n	D. Manuel Hernández Alcalde, íd. íd. de 600 pesetas.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	ESCALA DE RESERVA
	Cruces.
2.º T.e	D. Miguel Rebollo y Anglada, se le concede permuta de tres cruces de plata del Mérito Militar con distiutivo rojo que posee por otras de primera clase de igual Orden y distintivo.—R. O. 20 septiembre de 1911.—*D. O.* núm. 210.
2.º T.e	D. Pedro Martínez Martínez, íd. íd. de una cruz de plata del Mérito Militar con distintivo blanco, por otra de 1.ª clase de igual orden y distintivo. — R. O. 28 septiembre de 1911. — *D. O.* núm. 217.
	Destinos.
2.º T.e	D. Basilio Almería Sancho, de situación de reserva, afecto al 7.º Depósito ,al 5.º, continuando en la misma situación—R. O. 28 septiembre de 1911. — *D. O.* núm. 217.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Destinos.
D. del M.	D. Juan de Dios Ocón Martínez, de la Comandancia de Córdoba al depósito de planos é instrumentos.—R. O. 11 septiembre de 1911. — *D. O.* número 201.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
M. de O.	D. José María del Salto y Carretero, se le concede el sueldo anual de 4.250 pesetas á á partir del 1.º del corriente por haber cumplido el 25 de agosto, treinta años de servicios como maestro de obras militares. — R. O. 7 septiembre de 1911.—*D. O.* núm. 200.

Asociación del Colegio de Santa Bárbara y San Fernando

Tesorería del Consejo de Administración.

BALANCE de Caja correspondiente al mes de la fecha.

DEBE

	Pesetas
Existencia anterior	83.070,78
Cuotas de Cuerpos y Socios del mes de septiembre	8.795,05
Pensiones de dote acreditadas en ídem	1.318,50
Recibido por el Colegio de la Administración militar (consignación de septiembre)	4.321,90
Idem por íd. de la Caja de la Asociación	2.000,00
Idem por honorarios de alumnos internos, etc.	649,50
Por importe de 195 ejemplares de la obra del Teniente Coronel Arzadum	390,00
Donativo hecho por el propietario de la casa que ocupó el Colegio en Vitoria	500,00
Pasan á depósito por abonado de más por la 2.ª Región	4,00
Suma	101.049,73

HABER

Socios bajas	»
Gastos de Secretaría	345,90
Pensiones satisfechas á huérfanos	3.703,00
Idem de dote acreditadas en septiembre	1.318,50
Gastado por el Colegio en septiembre	6.046,14
Entregado al Cajero del Colegio en septiembre	2.000,00
Pagado por obra ejecutada en septiembre en la finca de Carabanchel y materiales para la misma	2.017,60
Idem al Excmo. Ayuntamiento de Vitoria por alquileres hasta el término del contrato del edificio que ocupó el Colegio y cuya mitad paga la Asociación	2.250,00
Entregado al propietario Sr. Echanove como indemnización por reformas y desperfectos en la casa que ocupó el Colegio	2.000,00
Existencia en Caja, según arqueo	81.368,59
Suma	101.049,73

DETALLE DE LA EXISTENCIA EN CAJA

En metálico en Caja	687,63
En íd. en la Caja del Colegio	1.735,84
En c/c en el Banco de España	7.058.97
En carpetas de cargos pendientes	3.266,90
En papel del Estado depositado en el Banco de España (37.500 pesetas nominales en títulos del 4 por 100 interior)	31.012,25
En la Caja de Ahorros	36.354,00
Pensiones giradas y pendientes de devolución de recibos	1.253,00
Suma	81.368,59

NÚMERO DE SOCIOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA

	Capitanes Generales.....	Generales de División.....	Generales de Brigada.....	Coroneles.....	Tenientes Coroneles.....	Comandantes.	Capitanes....	Tenientes....	TOTAL.....
Existencia en 15 de setiembre 1911	1	6	29	126	195	308	722	515	1.902
Altas.....	»	»	»	2	4	6	11	»	23
Suma.....	1	6	29	128	199	314	733	515	1.925
Bajas.....	»	1	1	»	2	4	6	11	25
Quedan.....	1	5	28	128	197	310	727	504	1.900

NÚMERO DE HUÉRFANOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA Y SU CLASIFICACIÓN

	En el Colegio.	Por incorporar.....	En Academias militares....	En carreras civiles.....	Con pensión..	Pensión de dote.....	Aspirantes....	TOTALES....
Varones.....	53	3	20	4	21	»	5	106
Hembras.....	24	5	»	»	37	21	10	107
TOTALES.....	77	8	20	4	58	21	15	213

Madrid 15 de octubre de 1911.

EL TENIENTE CORONEL TESORERO,
P. A.,
Bernardino Cervela.

V.º B.º
EL GENERAL VICEPRESIDENTE,
Benito de Urquiza.

BIBLIOTECA DEL MUSEO DE INGENIEROS

RELACIÓN de las obras compradas y regaladas que se han recibido en el mes de Septiembre de 1911.

OBRAS COMPRADAS

	Clasificación.
Chappuis et **Berget**: Leçons de Physique générale. Tome IV.—1911, Paris. 1 vol. 213 páginas con figuras. 18 × 10	E-a-2
Haton de la Goupillière: Cours d'exploitation des mines. Tomo 3.º, 3.ª edición. 1911, Paris. 1 vol. 1445 páginas, 1974 figuras. 18 × 10	G-e-1
Ventou-Duclaux et **Robert**: Bases et méthodes d'études aérotechniques. 1911, Paris. 1 vol. 572 páginas con figuras. 17 × 9	~~H-k-3~~ G-h-3
Tait: Traité élémentaire des quaternions. 1882-84, Paris. 2 vols. 306-312 páginas con figuras. 17 × 10. Traducida de la 2.ª edición inglesa, por Gustave Plarr	C-c-3
Rietschel: Traité théorique et pratique de chauffage et ventilation. 1911, Paris. 2 vols., texto 576 páginas, 92 figuras, at. 195 páginas, 35 láminas. 18 × 11. Traducida de la 4.ª edición alemana por Léon Lasson	I-k-3
Poincaré: Electricité et optique.—2.ª edición. 1901, Paris. 1 vol. 641 páginas con figuras. 18 × 10	E-c-2 E-e-1
Fernández Turégano: Alimentación racional del caballo del Ejército. 1911, Madrid. 1 vol. 359 páginas con figuras. 17 × 11	B-o-6
Hill: Electric Crane Construction. 1911, London. 1 vol. 313 páginas, 366 figuras, 23 tablas. 18 × 11	G-c-4
Compléments de Trigonométrie et méthodes pour la résolution des problémes. s. a., Paris. 1 vol. 800 páginas con figuras. 17 × 10	C-e-1
Reithoffer: Neuerungen in der drahtlosen Telegraphie. 1910, Wien. 1 vol. 16 páginas. 13 × 8	G-n-4
Burali-Forti et **Marcolongo**: Eléments de calcul vectoriel avec de nombreuses applications à la Géométrie, à la Mécanique et la Physique mathématique. 1910, Paris. 1 vol. 229 páginas. 18 × 10. Traducida del italiano, por S. Lattés	C-g-1 C-d-1 C-c-3 C-j-1

Clasificación.

Zenneck: Précis de télégraphie sans fil. 1911, Paris. 1 vol. 385 páginas con figuras. 18 × 11..... G-n-4

OBRAS REGALADAS

García Rey: La nueva táctica. 1911, Madrid. 1 vol. 75 páginas. 17 × 10. Por el autor..... B-n-2

Cirera: Recientes progresos de las ciencias astronómicas en España. Discurso. s. a. Madrid. 1 vol. 38 páginas. 18 × 11. Por el autor..... D-a-1

Barutell: Turbina de vapor.—Diversas formas de la ecuación de los gases permanentes. 1911, Granada. 1 vol. 12 páginas con figuras. 22 × 15. Por el autor, Capitan de Ingenieros..... G-b-8 E-d-2

OBRAS REGALADAS POR DON RICARDO CODORNÍU

Codorníu: Clasificación bibliográfica decimal y extracto de las tablas empleadas en el repertorio bibliográfico universal para uso del personal facultativo de montes. 1911, Madrid. 1 vol. 51 página. 17 × 10. A-b-2

Varios: Varios trabajos sobre Piscicultura, propaganda forestal, deslindes de montes públicos y resultados obtenidos en los alcornocales andaluces en ordenación. 1910, Madrid. 1 vol. 56 páginas con láminas. 18 × 10..... F-h-4 F-h-5

Pérez Argemi: La fiesta del árbol. Su origen y desarrollo y medios para celebrarla. 1909, Barcelona. 1 vol. 14 páginas. 18 × 10..... F-h-4

Codorníu: Repoblaciones forestales. Algunos consejos prácticos. 1911, Madrid. 1 vol. 17 páginas 18 × 10..... F-h-4

Acebal: La Piscicultura. Conferencia. 1911, Madrid. 1 vol. 20 páginas. 18 × 10..... F-h-5

Madariaga: Turbias rojas del río Lozoya. Trabajos ejecutados para corregirlas. 1910, Madrid. 1 vol. 30 páginas, 1 croquis. 18 × 10..... F-h-4 F-h-5

Mazarredo: La cuenca de abastecimiento del Canal de Isabel II y medios para aumentar y regularizar su caudal. 1911, Madrid. 1 volumen, 26 páginas, 1 plano. 17 × 10..... F-h-4 F-h-5

Olazábal y **Martínez**: La ordenación de montes y su primordial importancia en la resolución del problema forestal de España. 1911, Madrid. 1 vol. 56 páginas con láminas. 18 × 10..... F-h-4

Codorníu: Asociación de árboles forestales á los cultivos agrícolas de la vertiente mediterránea. 1911, Madrid. 1 vol. 12 páginas. 18 × 10. F-h-2 F-h-4

Clasificación.

Crónica de la fiesta del árbol en España. Años 1908 y 1909.—1908-1909, Barcelona. 2 vols. 119-144 páginas con láminas. 24 × 15..... F-h-4

Codorníu: Cartas forestales. Febrero de 1907 á septiembre de 1908.—1909, Madrid. 1 vol. 59 páginas. 18 × 10..... F-h-4

Madrid 9 de octubre de 1911.

V.° B.°
El Coronel Director,
Topete.

El Capitán Bibliotecario,
Leopoldo Giménez.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de octubre de 1911.*

	Pesetas.
CARGO	
Existencia en 30 de septiembre	52.937,55
Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	95,50
Por el 2.º id. id.	87,20
Por el 3.er id. id.	103,50
Por el 4.º id. id.	79,45
Por el 5.º id. id.	102,80
Por el 6.º id. id.	167,25
Por el 7.º id. id.	105,00
Por el Regim. de Pontoneros.	79,55
Por el Bon. de Ferrocarriles..	76,25
Por la Brigada Topográfica...	16,45
Por la Academia del Cuerpo..	183,50
En Madrid.....	940,05
Por la Deleg.n de la 2.a Reg.n	141,05
Por la id. de la 3.a id.	117,75
Por la id. de la 4.a id.	114,45
Por la id. de la 5.a id.	97,95
Por la id. de la 6.a id.	89,95
Por la id. de la 7.a id.	»
Por la id. de la 8.a id.	65,75
Por la id. de Ceuta.....	30,20
Por la id. de Melilla.....	65,50
Por la Com.a de Mallorca....	»
Por la id. de Menorca....	49,35
Por la id. de Tenerife.....	41,10
Por la id. de Gran Canar.a	28,05
Suma el cargo.....	55.815,15
DATA	
Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido Sr. Coronel retirado D. Juan Sáenz Izquierdo.....	3.000,00
Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, Capitán, D. Luis Blanco Aguirre.....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	115,00
Suma la data.....	6.115,00

	Pesetas.
RESUMEN	
Importa el cargo.....	55.815,15
Idem la data.....	6.115,00
Existencia en el día de la fecha	49.700,15
DETALLE DE LA EXISTENCIA	
En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 (35.000 pesetas nominales) depositados en el Banco de España, por su valor en compra.....	35.577,50
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	14.122,65
Total igual.....	49.700,15
MOVIMIENTO DE SOCIOS	
Existían en 30 de septiembre último.....	718
ALTAS	
Como socios fundadores, con arreglo al apartado 1.º, caso *b* del artículo 3.º del Reglamento de la Asociación.	
Lagarde Aramburu (D. José).. Marcos Jiménez (D. Matias)... Rivas Amorena (Manuel de las).....	3
Suma.....	721
BAJAS	
D. Juan Saenz Izquierdo, por fallecimiento..... D. Luis Blanco Aguirre, por ídem.....	2
Quedan en el día de la fecha..	719

Madrid, 31 de octubre de 1911. = El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El coronel, contador, JAVIER de MANZANOS. = V.º B.º El Coronel, Presidente, accidental, RODRÍGUEZ.

CONVOCATORIA

Con arreglo á lo que dispone el artículo 19 del Reglamento de esta Asociación, y para los efectos que dicho artículo determina, se celebrará junta general ordinaria el día 5 de enero próximo, á las cuatro de la tarde en el local que ocupa la Sección de Ingenieros del Ministerio de la Guerra.

Madrid 2 de noviembre de 1911.—El General, presidente, ENRIQUE ESCRIU.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de octubre de 1911.*

	Pesetas.
CARGO	
Existencia en metálico en 30 de septiembre último.....	29.263,44
Abonado durante el mes:	
Por el 6.º Regimiento mixto..	177,20
En Madrid.....	844,10
Por la Comandancia General de la 4.ª Región.....	188,10
Por la id. de la 6.ª id.	185,50
Por la id. de la 7.ª id.	124,10
Por la id. de la 8.ª id.	190,10
Por la Com.ª Mallorca.....	104,80
Por la id. de Tenerife.....	82,20
Porl a id. de Gran Canaria.	65,90
Suma el cargo.....	31.225,44
DATA	
Importa la carpeta de gastos realizados en el presente mes.	15.723,50
Suma la data.....	15.723,50

	Pesetas.
RESUMEN	
Importa el cargo.....	31.225,44
Idem la data.....	15.723,50
Existencia en el dia de la fecha.	15.501,94
DETALLE DE LA EXISTENCIA	
En el Banco de España en cuenta corriente.....	10.000,00
En la Tesorería de la Comisión	5.501,94
Total igual.....	15.501,94

Madrid 31 de octubre de 1911.=El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ.=Intervine: El teniente coronel, contador, ANTONIO MAYANDÍA.=V.º B.º El General, presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE OCTUBRE DE 1911

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA ACTIVA

Bajas.

C.n D. Luis Blanco Aguirre, por fallecimiento ocurrido en Madrid el 13 de octubre de 1911.

T. C. D. Rafael Pascual del Póvil y Martínez de Medinilla, por fallecimiento ocurrido en Málaga el 30 de octubre de 1911.

Ascensos.

A Teniente Coronel.

C.e D. Antonio Rocha y Pereira.—R. O. 1.º octubre de 1911.—*D. O.* núm. 219.

A Comandantes.

C.n D. Félix Madinaveitia Vivanco.—Id.—Id.

C.n D. Antonio Gómez de la Torre y Botín.—Id.—Id.

C.n D. Manuel Pérez y Roldán.—Id.—Id.

C.n D. Senén Maldonado y Hernández.—Id.—Id.

A Capitanes.

1.er T.e D. Cristóbal González de Aguilar y Fernández Golfín.—Id.—Id.

1.er T.e D. Antonio Falquina Jiménez.—Id.—Id.

1.er T.e D. Emilio Ostos Martínez.—Id.—Id.

1.er T.e D. Manuel Barreiro Alvarez.—Id.—Id.

1.er T.e D. Antonio López Martínez.—Id.—Id.

1.er T.e D. Rafael Aparici y Aparici.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

Recompensas.

C.e D. Rudesindo Montoto Barral, se le concede la cruz de 2.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco y pasador de *Industria Militar* por haber cumplido el tercer plazo de cuatro años de servicios en el Laboratorio del Material de Ingenieros. — R. O. 6 octubre de 1901.—*D. O.* núm. 224.

C.n D. Eusebio Redondo Ballester, se le concede la cruz de 1.ª clase de María Cristina por su distinguido comportamiento y méritos contraidos en las operaciones y combates sostenidos en las inmediaciones del rio Kert con las kabilas de aquellos territorios desde el 24 de agosto al 10 de septiembre últimos.—R. O. 31 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 243.

C.n D. Eduardo Marquerie Ruiz Delgado, íd. íd. la Cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo rojo, por íd. íd. —Id. —Id.

C.n D. José Rivadulla Valera, ídem íd. la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo rojo, pensionada, por íd. íd.—Id. Id.

1.er T.e D. Rafael de Castellví Hortega, íd. íd. la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo rojo, por íd. íd.—Id.—Id.

1.er T.n D. Ramiro Rodríguez-Borlado Martínez, íd. íd. por íd. íd.—Id.—Id.

C.n D. Manuel Azpiazu Paúl, íd. íd. la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo rojo, pensionada, por id. íd.—Id.—Id.

1.er T.e D. Angel Avilés Tiscar, íd. íd. la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distinvo rojo, por íd. íd.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Destinos.
C.n	D. Ramón Taix Atorrasagasti, de la compañía de Zapadores de Menorca al Colegio de Huérfanos de Santa Bárbara y San Fernando como profesor, en comisión.—R. O. 30 septiembre de 1911.—*D. O.* número 218.
T. C.	D. Manuel Rubio y Vicente, de excedente en la 3.ª Región á la Comandancia de Melilla.—R. O. 5 octubre de 1911. — *D. D.* núm. 222.
T. C.	D. Antonio Rocha Pereira, ascendido, del 1.er Regimiento Mixto, á situación de excedente en Ceuta.—Id.—Id.
C.e	D. Florencio de la Fuente y Zalba, de la Comandancia de Gijón á la de Melilla.—Id.—Id.
C.e	D. Félix Madinaveitia y Vivanco, ascendido, supernumerario en Ceuta continua en igual situación.—Id.—Id.
C.e	D. Antonio Gómez de la Torre y Botín, ascendido, del 5.º Regimiento Mixto á la Comandancia de Gijón.—Id.—Id.
C.e	D. Manuel Pérez Roldán, ascendido, del regimiento de Pontoneros á la Comandancia de Melilla.—Id.—Id.
C.e	D. Senén Maldonado Hernández, ascendido, de la compañía de obreros al 1.er regimiento Mixto.—Id.—Id.
C.e	D. Nicolás de Pineda Romero, excedente en la 1.ª Región al sexto regimiento Mixto. — Id. Id.
C.n	D. Cristóbal González de Aguilar y Fernández Golfín, ascendido, del 3.er Regimiento á la Comandancia de Melilla.—Id. Id.
C.n	D. Antonio Falquina Jiménez, ascendido, de la Sección ciclista del Estado Mayor Central al 1.er Regimiento Mixto.—Id. Id.
C.n	D. Emilio Ostos Martín, ascendido, del 3.er Regimiento Mixto á la Compañía de zapadores de Menorca.—Id.—Id.
C.n	D. Manuel Barreiro y Alvarez, ascendido, de la compañía de Telégrafos de la Comandancia de Mallorca á situación de excedente en la 8.ª Región.—R. O. 5 octubre de 1911. — *D. O.* núm. 222.
C.n	D. Antonio López Martinez, ascendido, del batallón de Ferrocarriles á situación de excedente en la 2.ª Región.—Id. Id.
C.n	D. Rafael Aparici y Aparici, ascendido, del 4.º Regimiento Mixto á la Comandancia de Algeciras.—Id.—Id.
C.n	D. Fernando Falceto Blecua, del regimiento de Pontoneros al 7.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Ramón Abenia González, de excedente en la 3.ª Región á la Comandancia de Melilla.—Id.—Id.
C.n	D. Andrés Fernández Mulero, del 7.º Regimiento Mixto á la Comandancia de Melilla.—Id. Id.
C.n	D. Gregorio Berdejo y Nadal, del 1.er Regimiento Mixto al de Pontoneros.—Id.—Id.
C.n	D. Ramón Ríos y Balaguer, de reemplazo en la 5.ª Región al Regimiento de Pontoneros.—Id.—Id.
C.n	D. José Combelles y Bergos, de la Comandancia de Algeciras al 4.º Regimiento Mixto.—Id. Id.
C.n	D. Luis Blanco Aguirre, del 4.º Regimiento Mixto y en comisión en el Centro Electrotécnico y de Comunicaciones, á las tropas del servicio aerostático, continuando en la comisión que actualmente desempeña.—Id.—Id.
C.n	Juan Vigón y Suerodíaz, excedente en la 1.ª Región, al 5.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Luis Valcárcel y López-Espila, de la compañía de obreros en plaza de categoría inferior á la misma compañía.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Lasso de la Vega y Olaeta, de la compañía de Telégrafos del 2.º Regimiento

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Mixto al batallón de Ferrocarriles. — R. O. 5 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 222.
1.er T.e	D. Enrique Adrados Semper, del batallón de Ferrocarriles, á la compañía de telégrafos del 2.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Fernández de la Puente y Fernández de la Puente, de la compañía de Telégrafos de la Comandancia de Menorca á la compañía de Telégrafos del 3.er Regimiento Mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Juliá Arnau, de la compañía de Telégrafos del 4.º Regimiento Mixto á la compañía de Telégrafos de la Comandancia de Mallorca.—Id. Id.
C.n	D. José Samaniego y Gonzalo, se dispone cese en el cargo de Ayudante de Campo del General Franch, Director General de Cría Caballar y Remonta. — R. O. 7 octubre de 1911. *D. O.* núm. 124
T. C.	D. Rafael Melendreras y Lorente, se le nombra Ayudante de Campo del General de Brigada D. Enrique Escriu y Folch, comandante General de Ingenieros de la 1.ª Región. R. O. 12 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 228.
1.er T.e	D. Domingo Moriones Larraga, del 1.er Regimiento Mixto al 2.º id.—R. O. 17 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 232.
C.n	D. Francisco del Valle Oñoro, del 2.º Regimiento Mixto al 6.º Depósito de Reserva y en comisión al Centro Electrotécnico y de Comunicaciones. R. O. 20 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 235.—Id.—Id.
C.n	D. Juan Aguirre y Sánchez, del 6.º Depósito de Reserva al 2.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Juan Petrirena Aurrecoechea, de la compañía de Telégrafos del 5.º Regimiento Mixto á dicho Regimiento.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Manuel Escolano Llorca, del 5.º Regimiento Mixto á la compañía de Telégrafos del mismo. — R. O. 5 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 222.
C.n	D. Eduardo Aspiazu Menchaca, de reemplazo por enfermo en la 6.ª Región á situación de reemplazo forzoso hasta que le corresponda obtener colocación.—R. O. 20 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 236.
C.n	D. Gregorio Francia y Espiga, de la Comandancia de Melilla á excedente en la 1.ª Región. — R. O. 31 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 243.
C.n	D. José Vallespín y Cobián, de la Comandancia de Bilbao á la Compañía de Zapadores de Tenerife.—Id.—Id.
C.n	D. Tomás Moreno Lázaro, de excedente en la 1.ª Región á la Comandancia de Melilla.—Id. Id.

Comisiones.

C.1	D. Antonio Los Arcos, una mixta para reconocimiento de terrenos á fin de estudiar el trazado del ferrocarril de Villafría á Estella.—R. O. 6 octubre de 1911.
C.n	D. Antonio Gonzalez Irún, se dispone forme parte, sin perjuicio de su actual cometido, de la Comisión Militar de estudios de vías férreas de la 7.ª Región en sustitución del de igual empleo y cuerpo don Félix López.—R. O. 11 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 228.
C.e	D. Eustaquio de Abaitúa y Zubizarreta, una mixta para estudio de un ferrocarril de vía de un metro de Sangüesa á Jaca. — R. O. 17 octubre de 1911.

Licencias.

C.n	D. Luis Barrio Miegimolle, se le conceden dos meses de licencia por asuntos propios para Bordeaux y Paris (Francia) y Burgos, Madrid y Salamanca. R. O. 6 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 223.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

Sueldos, haberes y gratificaciones.

C.e D. Fernando Mexía Blanco, se le concede la gratificación anual de 1.500 pesetas por profesorado.—R. O. 3 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 221.

C.n D. Alfonso Moya Andino, íd. íd. por íd. íd.—R. O. 17 octubre de 1911.—*D. O.* núm 233.

C.n D. Miguel Vilarrasa Juliá, íd. íd. por íd. íd.—Id.—Id.

C.n D. Enrique Cánovas Lacruz, íd. íd. por íd. íd.—Id.—Id.

C.n D. Vicente Rodríguez Rodríguez, íd. íd. por íd. íd.—Id.—Id.

Supernumerarios.

C.n D. Gerardo Lasalle y Boluda, pasa á dicha situación quedando adscripto á la Subinspección de la 1.a Región.—R. O. 30 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 242.

Reemplazo.

C.n D. Juan Fernández Villalta y Alvarez de Sotomayor, pasa á dicha situación con residencia en Canarias.—R. O. 30 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 242.

Excedencias.

C.l D. Félix Arteta Jáuregui, pasa á dicha situación por fallecimiento del Excmo. Sr. Capitán General de Ejército don Jasé López Domíngez, á cuyas órdenes estaba de Ayudante de Campo.—Orden del Capitán General de la 1.a Región, 20 octubre de 1911.

T. C. D. Juan Cólogan Cólogan, ídem íd. por igual causa.—Id.—Id.

Matrimonios.

1.er T.e D. Teodomiro González Antonini, se le concede autorización para contraerlo con D.a María Luisa Baylin Aramburu.—R. O. 3 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 220.

C.n D. Luis Barrio Miegimolle, íd. íd. con D.a Juana María Gassis y Duras.—R. O. 6 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 223.

1.er T.e D. Juan Reig Valerino, íd. íd. con D.a Isabel González Larrinaga y Zubizarreta.—R. O. 6 octubre de 1911.—*D. O.* número 224.

1.er T.e D. Pascual Fernández Aceytuno y Montero, íd. íd. con doña María del Sagrado Corazón Llord O'Lawor.—R. O. 9 octubre de 1911.—*D. O.* número 225.

1.er T.e D. Manuel Vidal Sánchez, íd. íd. con D.a Matilde Martínez Sanz.—R. O. 26 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 239.

ESCALA DE RESERVA

Cruces.

2.o T.e D. Dioclecio Bravo Simón, se le concede permuta de cuatro cruces de plata del Mérito Militar con distintivo rojo y una con distintivo blanco que posee, por otras de 1.a clase de igual orden y distintivo.—R. O. 14 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 231.

2.o T.e D. Antonio de la Cruz Orejana, se le concede permuta de una cruz de plata del Mérito Militar con distintivo blanco que posee, por otra de 1.a clase de igual orden y distintivo.—R. O. 18 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 234.

Recompensas.

2.o T.e D. Francisco Ruiz Castillo, se le concede cruz de 1.a clase del Mérito Militar con distintivo rojo por su distinguido comportamiento y méritos contraidos en las operaciones y combates sostenidos en las inmediaciones del rio Kert con las kabilas de aquellos territorios desde el 24 de agosto al 10 de septiembre últimos.—R. O. 31 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 243.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Destinos.
2.º T.e	D. Manuel Rollan García, del Batallón de Ferrocarriles á situación de Reserva afecto al 7.º Depósito.—R. O. 31 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 243.
2.º T.e	D. Pablo Francia Pardal, del 2.º Regimiento Mixto, y en comisión en el Centro Electrotécnico y de Comunicaciones, á situación de Reserva afecto al 1.er Depósito.—Id.—Id.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Destinos.
D. del M.	D. Fernando Vega Ochoa, de la Comandancia de Ingenieros del Ferrol á la de Córdoba.—R. O. 9 octubre de 1911. — *D. O.* núm. 227.
O. A. del M.	D. Angel Torres López, del Parque Aerostático al Regimiento de Pontoneros.—Id.—Id.
»	D. Joaquín Alvareda Estévez, de nuevo ingreso con el sueldo anual de 1.250 pesetas al Centro Electrotécnico y de Comunicaciones.—Id.—Id.
»	D. Francisco Ventura Triola, íd. íd. al 1.er Regimiento Mixto y en comisión por 2 meses en el Centro Electrotécnico.—Id.—Id.
»	D. Mariano Saavedra González, íd íd. al 7.º Regimiento Mixto y en comisión por dos meses en el expresado Centro Electrotécnico—Id.—Id.
O. A. del M.	D. Francisco Gómez Lozano, íd. íd. al Centro Electrotécnico y de Comunicaciones.—R. O. 9 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 227.
»	D. José Saori Tejada, íd. íd. al íd. íd.—Id.—Id.
»	D. Antonio Sanz González, íd. íd. á los Talleres del Material de Ingenieros.—Id.—Id.
»	D. José Seoane González, ídem íd. á excedente sin sueldo.—Id.—Id.
»	D. Nicanor Pérez Curiel Ordóñez, íd. íd. al 1.er Regimiento Mixto.—Id.—Id.
»	D. Angel Rodríguez Macías, íd. íd. al 7.º Regimiento Mixto. Id.—Id.
O. C. de 2.a	D. Gregorio Pérez Peinado, del Museo y Biblioteca de Ingenieros y en comisión en la Comandancia de Melilla, se dispone cese en dicha comisión y destino, quedando de plantilla en dicha Comandancia.—R. O. 13 octubre de 1911.—*D. O.* núm. 230.
M. de O.	D. José Bernal y Jiménez, de la Comandancia de Cartagena á la de Melilla.—R. O. 14 de octubre de 1911.—*D. O.* número 231.
C. del M.	D. Arcadio Lucuig López, de la Comandancia de Valladolid y en comisión en la de Algeciras á la de Melilla, cesando en dicha comisión.—Id.—Id.
C. del M.	D. Juan Toribio Miranda, de la Comandancia de Ingenieros del Ferrol á la de Melilla.—Id.—Id.

Asociación del Colegio de Santa Bárbara y San Fernando

Tesorería del Consejo de Administración.

BALANCE de Caja correspondiente al mes de la fecha.

DEBE	Pesetas
Existencia anterior	81.368,59
Cuotas de Cuerpos y Socios del mes de octubre	8.790,05
Pensiones de dote acreditadas en ídem	1.364,00
Recibido por el Colegio de la Administración militar (consignación de)	»
Idem por íd. de la Caja de la Asociación	»
Idem por honorarios de alumnos internos, etc.	»
Cuotas atrasadas de varios socios abonadas directamente	177,50
Donativo de D. Eduardo Arías	10,00
Por rectificación de cuotas	10,00
Suma	91.720,14

HABER	
Socios bajas	2,00
Gastos de Secretaría	202,50
Pensiones satisfechas á huérfanos	2.380,00
Idem de dote acreditadas en octubre	1.364,00
Gastado por el Colegio en	»
Entregado al Cajero del Colegio en	»
Sale por el importe de materiales de obras en el Colegio y por la fianza de la planta baja del Edificio Colegio devuelta á los contratistas	3.374,67
Sale por lo entregado por portes y aduanas de la Regla de cálculo	18,05
Existencia en Caja, según arqueo	84.378,92
Suma	91.720,14

DETALLE DE LA EXISTENCIA EN CAJA

En metálico en Caja	1.164,31
En íd. en la Caja del Colegio	1.735,84
En c/c en el Banco de España	8.558.97
En carpetas de cargos pendientes	4.012,05
En papel del Estado depositado en el Banco de España (37.500 pesetas nominales en títulos del 4 por 100 interior)	31.012,25
En la Caja de Ahorros	36.354,00
Pensiones giradas y pendientes de devolución de recibos	1.286,50
Por recibos pendientes de pensiones pagadas posteriormente y otros gastos	255,00
Suma	84.378,92

NÚMERO DE SOCIOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA

	Capitanes Generales.....	Generales de División.....	Generales de Brigada.....	Coroneles.....	Tenientes Coroneles.....	Comandantes.	Capitanes.....	Tenientes.....	TOTAL.....
Existencia en 15 de novbre. 1911.	1	5	28	128	197	310	727	504	1.900
Altas.....	»	1	»	1	4	7	12	3	28
Suma.....	1	6	28	129	201	317	739	507	1.928
Bajas.....	1	1	2	3	1	4	7	9	28
Quedan.....	»	5	26	126	200	313	732	498	1.900

NÚMERO DE HUÉRFANOS EXISTENTES EN EL DÍA DE LA FECHA Y SU CLASIFICACIÓN

	En el Colegio.	Por incorporar.....	En Academias militares.....	En carreras civiles.....	Con pensión..	Pensión de dote.....	Aspirantes....	TOTALES....
Varones.....	54	4	22	5	16	»	5	106
Hembras.....	35	»	»	»	31	31	10	107
TOTALES.....	89	4	22	5	47	31	15	213

Madrid 11 de noviembre de 1911.

EL TENIENTE CORONEL TESORERO,
Federico Baeza.

V.º B.º
EL GENERAL VICEPRESIDENTE,
Benito de Urquiza.

BIBLIOTECA DEL MUSEO DE INGENIEROS

RELACIÓN de las obras compradas y regaladas que se han recibido en el mes de Octubre de 1911.

OBRAS COMPRADAS

	Clasificación.
Rojas y Caballero Infante: Tratado de electrodinámica industrial. 3.ª-5.ª edición, 1900-910, Madrid, 3 vols., 621-306 páginas con figuras. 18 × 11	E-g-1.
El tomo 3.º «Electricidad y Mognetismo», es complemento teórico de esta obra.	
Ostwald: L'évolution de l'électrochimie. 1912, París, 1 vol. 266 páginas, 14 × 8	E-h-3 E-g-6
Traducida del alemán por E. Philippi.	
Rabaud: Le transformisme et l'expérience. 1911, Paris, 1 vol. 315 páginas, 12 figuras. 14 × 8	A-e-1 F-a-1
D'Amade: Campagne de 1908-1909 en Chaouïa. 1911, París. 1 vol. 393 páginas, 33 croquis y láminas. 17 × 9	J-n-10
Aerts: Eléments pratiques de la résistance des matériaux. 4.ª edición 1911, Paris, 1 vol. 417 páginas con figuras. 17 × 9	I-h-1
Mayer: Organisation et direction des usines. 1911, Paris, 1 vol. 220 páginas con figuras. 17 × 10	G-c-1
Bloch: Principes de la technique de l'éclairage. 1911, Paris, 1. vol. 183 páginas con figuras. 17 × 10	E-g-4 E-c-3
Traducida por G. Roy.	
Birven: Calcul et construction des alternateurs mono-et polyphasés. 1911, Paris, 1 vol. 179 páginas, 126 figuras. 16 × 10	E-g-2
Traducida del alemán por P. Dufour.	
Cosyn: Traité pratique des constructions en béton armé. 1911, Paris, 1 vol. 279 páginas, 131 figuras. 18 × 11	I-i-3
Espasa. (Editor): Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana. Tomo 11 s. a. Barcelona, 1 vol. 1523 páginas con figuras, cartas y láminas. 21 × 12	A-a-1
Livache: Vernis et huiles siccatives. 1896, Paris, 1 vol. 316 páginas con figuras. 14 × 8	G-g-10 I-k-2
Legislación española.-Legislaciónu extranjera.-Bibliografía y Jurisprudencia. (Sistema de fichas)	

OBRAS REGALADAS

Vidal: Importancia de la Geología dinámica. A propósito del hundimiento del 3.er Depósito de Aguas. 1905, Madrid, 1 vol. 7 páginas. 14 × 8. Por el autor	F-c-1
Uriarte: El paro forzoso. 1911, Madrid, 1 vol. 29 pág. 17 × 11. Por el autor	A-e-5

Madrid, 11 de noviembre de 1911.

V.º B.º

El Coronel Director,
Topete.

El Capitán Bibliotecario,
Leopoldo Giménez.

Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de noviembre de 1911.*

	Pesetas.
CARGO	
Existencia en 31 de octubre...	49.700,15
Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	93,50
Por el 2.º id. id.	81,75
Por el 3.er id. id.	100,85
Por el 4.º id. id.	75,05
Por el 5.º id. id.	92,30
Por el 6.º id. id.	81,55
Por el 7.º id. id.	93,00
Por el Regim. de Pontoneros.	78,65
Por el Bon. de Ferrocarriles..	73,45
Por la Brigada Topográfica...	16,45
Por la Academia del Cuerpo..	191,85
En Madrid.....	885,95
Por la Deleg.n de la 2.a Reg.n	135,90
Por la id. de la 3.a id.	125,10
Por la id. de la 4.a id.	114,45
Por la id. de la 5.a id.	92,75
Por la id. de la 6.a id.	88,80
Por la id. de la 7.a id.	144,30
Por la id. de la 8.a id.	61,60
Por la id. de Ceuta.....	33,40
Por la id. de Melilla.....	63,25
Por la Com.a de Mallorca....	57,40
Por la id. de Menorca....	47,20
Por la id. de Tenerife.....	»
Por la id. de Gran Canar.a	32,20
Intereses de las 35.000 pesetas nominales que, en títulos de la deuda amortizable al 5 por 100, posee la Asociación, del trimestre vencido el 15 del actual.....	350,00
Suma el cargo.....	52.910,85
DATA	
Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, D. Rafael Pascual del Povil y Martínez de Medinilla.....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	115,00
Suma la data.....	3.115,00
RESUMEN	
Importa el cargo.....	52.910,85
Idem la data.....	3.115,00
Existencia en el día de la fecha	49.795,85
DETALLE DE LA EXISTENCIA	
En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 (35.000 pesetas nominales) depositados en el Banco de España, por su valor en compra.....	35.577,50
En el Banco de España, en cuenta corriente.....	14.218,35
Total igual.....	49.795,85
MOVIMIENTO DE SOCIOS	
Existían en 31 de octubre último.....	719
BAJAS	
D. Rafael Pascual del Povil y Martínez de Medinilla, por fallecimiento.....	1
Quedan en el día de la fecha..	718

Madrid, 30 de noviembre de 1911. = El teniente coronel, tesorero, SALOMÓN JIMÉNEZ. = Intervine: El coronel, contador, JAVIER de MANZANOS. = V.º B.º El General, Presidente, ESCRIG.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE NOVIEMBRE DE 1911

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.

ESCALA ACTIVA

Retiros.

C.[l] Sr. D. José de Castro y Zea, se le concede para esta Corte.—R. O. 11 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 252.

Ascensos.

A Teniente Coronel.

C.[e] D. Miguel Gómez Tortosa.—R. O. 3 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 245.

A Comandantes.

C.[n] D. Francisco del Río Joan.—Id.—Id.

C.[n] D. Emilio Morata Petit.—Id.—Id.

A Capitánes.

1.er T.[e] D. Andrés Fernández Albalat.—Id.—Id.

1.er T.[e] D. Luis Zorrilla Polanco.—Id.—Id.

1.er T.[e] D. Ricardo Aguirre Benedicto.—Id.—Id.

Recompensas.

C.[e] D. Francisco Ricart Gualdo, se le concede mención honorífica por su memoria titulada *Los rayos ultra-violetas y su aplicación á la esterilización del agua,* como comprendido en el art. 16 del vigente Reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 2 noviembre de 1911.—*D. O.* número 245.

T. C. D. Francisco Díaz Domenech, se le concede la cruz de segunda clase del Mérito Militar con distintivo blanco, por una memoria redactada con motivo de la comisión que le fué conferida en 1906 para visitar los centros de instrucción de Francia y Bélgica, y como comprendido en los artículos 1.º y 19 del vigente Reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 3 noviembre 1911.—*D. O.* número 246.

C.[l] Sr. D. Carlos Banús y Comas, se le concede la cruz de 3.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco y pasador de *Industria Militar* por servicios prestados durante cuatro años como Director Jefe del Laboratorio del Material de Ingenieros.—R. O. 10 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 252.

C.[e] D. Emilio Morata Petit, se le concede la cruz de 2.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco, pensionada, como comprendido en el art. 19 del vigente Reglamento de recompensas en tiempo de paz.—R. O. 18 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 262.

Destinos.

C.[e] D. Rafael Pineda y Benavides, se le nombra ayudante de Campo del General de División D. José Marvá y Mayer, Comandante General de Ingenieros de la 1.ª Región.—R. O. 31 octubre de 1911.—*D. O.* número 244.

C.[n] D. Mariano del Pozo y Vázquez se le concede la vuelta al servicio activo.—R. O. 3 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 246.

C.[l] Sr. D. José de Toro y Sánchez, de Ingeniero Comandante de Zaragoza á Comandante General de Ingenieros, en comisión, de la 5.ª Región.—R. O. 8 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 249.

C.[l] Sr. D. Enrique Carpio y Vidau-

Empleo en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	rre, de Ingeniero Comandante de Burgos á Comandante General de Ingenieros, en comisión, de la 6.ª Región.—R. O. 8 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 249,
C.n	D. José Alén y Solá, del batallón de Ferrocarriles á ayudante de Campo del General de División D. José Marvá y Mayer, Comandante General de Ingenieros de la 1.ª Región,—R. O. 9 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 250.
C.l	Sr. D. José Saavedra y Lugilde, de vocal de la Inspección general de los Establecimientos de Instrucción é Industria militar, en comisión, á situación de excedente en la 1.ª Región.—R. O. 20 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 259.
T. C.	D. Miguel Gómez Tortosa, ascendido, en situación de reemplazo en Granada, continúa en igual situación.—Id.—Id.
T. C.	D. Juan Maury y Uribe, del primer Regimiento Mixto, á la Comandancia de Málaga.—Id.—Id.
T. C.	D. Antonio Rocha y Pereira, excedente en Ceuta, al 1.er Regimiento Mixto.—Id.—Id.
C.e	D. Francisco del Río y Joan, ascendido, supernumerario en la 1.ª Región, continúa en igual situación.—Id.—Id.
C.e	D. Emilio Morata Petit, ascendido, del 2.º Regimiento Mixto, al batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
C.n	D. Andrés Fernández Albalat, ascendido, del 2.º Regimiento Mixto, al batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
C.n	D. Luis Zorrilla Polanco, ascendido, del 2.º Regimiento Mixto, á situación de excedente en la 1.ª Región.—Id.—Id.
C.n	D. Ricardo Aguirre Benedicto, ascendido, del Regimiento de Pontoneros, al 6.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Elisardo Azpiazu Menchaca, de reemplazo forzoso en la 6.ª Región, procedente de reemplazo por enfermo, á la Comandancia de Bilbao.—R. O. 20 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 259.
C.n	D. José Bengoa Cuevas, del sexto Regimiento Mixto, al segundo íd.—Id.—Id.
C.n	D. Rafael Serra Astrain, del 2.º Regimiento Mixto, á la compañía de Telégrafos del mismo.—Id.—Id.
C.n	D. Juan Sánchez y León, del 6.º Regimiento Mixto, al segundo íd.—Id.—Id.
C.n	D. Antonio Gordejuela Causillas, del batallón de Ferrocarriles, á las tropas afectas al servicio de Aerostación y alumbrado en campaña.—R. O. 20 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 259.
C.n	D. Ramón Valcárcel y López Espila, de la compañía de Telégrafos del 3.er Regimiento Mixto, al batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Ignacio de la Cuadra Más, de reemplazo forzoso en Valencia, procedente de reemplazo por enfermo, al 4.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Rodero Carrasco, de la compañía de Telégrafos del 1.er Regimiento Mixto, á la íd. de íd. del 5.º íd.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Manuel Escolano Llorca, de la íd. de íd. del 5.º íd., á la sección ciclista de Estado Mayor Central.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Francisco Cerdó Pujol, del 1.er Regimiento Mixto, á la compañía de Telégrafos del mismo.—Id.—Id.
	Comisiones.
1.er T.e	D. Joaquín Fúster y Rosiñol, una mixta para estudio del trazado del trozo del ferrocarril de Soller á su puerto (Mallorca).—R. O. 4 noviembre de 1911.
C.e	D. Prudencio Borra y Gaviria, otra mixta para estudio de las carreteras de San Miguel á Villaflor, de Adeje al Mar y de Icod á la Guancha en la

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Isla de Tenerife. — R. O. 10 noviembre de 1911.
C.º	D. Fermín de Sojo y Lomba, íd. mixta para estudio de las carreteras de El Pagadín á Artenara por Moya, en la Isla de Gran Canaria, y de Taiche á Haría por Guatiza y Mala, en la de Lanzarote.—R. O. 10 noviembre de 1911.
C.º	D. Luís Piñol Ibáñez, se dispone forme parte de la comisión militar de estudio de vías férreas de la 8.ª Región.—R. O. 18 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 260.
	Licencias.
C.º	D. José Cueto Fernández, dos meses por asuntos propios para Madrid, Valencia y Barcelona. — Orden del Capitán General de la 6.ª Región, 3 noviembre de 1911.
C.º	D. Arturo Chamorro y Sánchez, dos meses por enfermo para Medina del Campo (Valladolid), Fuentelapeña (Zamora) y Madrid. — Orden del Capitán General de la 7.ª Región, 6 noviembre de 1911.
1.er T.º	D. Juan Petrirena y Aurrecoechea, se le conceden dos meses por asuntos propios para Lourdes y París (Francia), Roma (Italia), Zurich (Suiza), Zaragoza, Madrid y Barcelona.—R. O. 17 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 258.
C.º	D. Adolfo San Martín Losada, dos meses por enfermo para Madrid. — Orden del Capitán General de Canarias, 30 noviembre de 1911.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
T. C.	D. Anselmo Sánchez Tirado y Rubio, se le concede la gratificación anual de 1.500 pesetas como profesor, en comisión, con cargo al fondo del material de la Academia del Cuerpo.—R. O. 25 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 265.
1.er T.º	D. Francisco Buero García, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas.—Id.—Id.
1.er T.º	D. Tomás Ardid Rey, íd. íd.—Id.—Id.
T. C.	D. Guillermo Lleó y de Moy, se le concede la gratificación anual de 1.500 pesetas, como Jefe de Detall de la Academia del Cuerpo, en lugar de la de 600 asignadas en la R. O. del 18 de julio último (*D. O.* número 158).—Id.—Id.
	Reemplazo.
C.º	D. Juan Guasch y Muñoz, se le concede el pase á dicha situación con residencia en la sexta Región.—R. O. 14 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 254.
	Supernumerarios.
C.º	D. Cecilio de Torres y Elías, se le concede el pase á dicha situación, quedando adscripto á la Subinspección de la 1.ª Región.—R. O. 14 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 254.
C.º	D. Pedro Fernández Villa-Abrille y Calivara, íd. íd.—R. O. 29 noviembre de 1911.—*D. O.* número 267.
	Excedencias.
C.º	D. José Samaniego Gonzalo, queda en esta situación por cese en el cargo de Ayudante de Campo del Teniente General D. Enrique Franch Trasorra, Director General de Cría Caballar y Remonta.— Orden del Capitán Genera, 4 noviembre de 1911.
	Matrimonios.
1.er T.º	D. Juan Petrirena y Aurrecoechea, se le concede licencia para contraerlo con D.ª María de la Vega Vázquez Alva-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	rez.—R. O. 11 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 252.
C.n	D. Juan Sánchez de León, íd. íd. con D.a María del Rosario López-Guerrero y López Soldado.—R. O. 23 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 263.
	ESCALA DE RESERVA
	Cruces.
2.º T.e	D. Francisco Ruiz Castillo, se le concede permuta de dos cruces de plata del Mérito Militar con distintivo rojo y una con distintivo blanco que posee, por otras de primera clase de la misma Orden y distintivo.—R. O. 22 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 262.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Destinos.
M. de O.	D. José González y Alegre, de la Comandancia de Ciudad Rodrigo á la de Valencia.—R. O. 25 noviembre de 1911.—*D. O.* núm. 265.